

UFRJ – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

JULIANA AFONSO DE SOUSA

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, MATO GROSSO DO SUL COMO SUBSÍDIO
AO GERENCIAMENTO PARA SUA EXPLOTAÇÃO E DIVERSOS USOS.**

RIO DE JANEIRO
2019

JULIANA AFONSO DE SOUSA

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, MATO GROSSO DO SUL COMO SUBSÍDIO
AO GERENCIAMENTO PARA SUA EXPLOTAÇÃO E DIVERSOS USOS.**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para aprovação na disciplina Trabalho Final de Curso no Curso de Geologia.

Orientador: Profº Gerson Cardoso da Silva Jr, D.Sc

RIO DE JANEIRO

2019

JULIANA AFONSO DE SOUSA

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, MATO GROSSO DO SUL COMO SUBSÍDIO
AO GERENCIAMENTO PARA SUA EXPLOTAÇÃO E DIVERSOS USOS.**

Monografia apresentada ao Curso de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário para obtenção do título de Bacharel em Geologia.

Área de Concentração: Hidrogeologia e Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Rio de Janeiro, 11 de Fevereiro de 2019.

Prof.: Gerson Cardoso da Silva Jr.

Prof.: José Carlos Sícoli Seoane

M.e.: Glauco Zely da Silva Eger

RESUMO

Na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Paraná no Estado do Mato Grosso do Sul a utilização dos recursos hídricos está em crescente expansão devido ao desenvolvimento da região. Os municípios nesta região abastecem-se em sua maioria por águas subterrâneas e com o aumento da demanda, os estudos acerca desses recursos naturais encontram-se em expansão, requerendo a criação de decretos e leis que remetem para a sua preservação e conservação, já que o Estado do Mato Grosso do Sul ainda não possui uma rede de monitoramento para as águas subterrâneas. Este trabalho objetiva a pesquisa à base de dados Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS (CPRM), para a apresentação do uso das águas subterrâneas segundo as Regiões de Planejamento do estado, como contribuição e incentivo ao desenvolvimento da proteção ambiental das águas subterrâneas na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Paraná no Mato Grosso do Sul. Na base de dados utilizada buscaram-se informações como a quantidade total de poços em cada município, a finalidade de uso e sua vazão. A partir dos dados obtidos sobre os poços perfurados, avaliou-se quais aquíferos são os mais utilizados e seus potenciais de uso. Os resultados obtidos indicam que a maioria dos poços não tem definida de modo claro a sua finalidade, porém, até onde foi possível avaliar, a maior parte é utilizada para abastecimento urbano. Tais dados podem ajudar a gerar um planejamento quantitativo dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, de forma colaborativa para as Regiões de Planejamento do Estado, podendo ser utilizado para projetos futuros que se destinam a preservação deste recurso e uma maior conscientização da utilização das águas subterrâneas.

Palavras-chave: Região Hidrográfica da Bacia do Rio Paraná; Águas Subterrâneas; Análise Quantitativa; Mato Grosso do Sul.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A Importância das Águas Subterrâneas como Fator Ambiental	2
1.2. A Utilização das Águas Subterrâneas na Agricultura	2
1.3. Tipos de Aquíferos e suas Caracterizações	3
1.4. Processos de Contaminação da Água Subterrânea	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Condições Ambientais e Hidrogeológicas	7
2.2. Descrição da Área de Estudo em Função das Sub-bacias	10
2.2.1. Sub-bacia Iguatemi	13
2.2.2. Sub-bacia Amambaí	13
2.2.3. Sub-bacia Ivinhema	14
2.2.4. Sub-bacia Pardo	15
2.2.5. Sub-bacia Verde	16
2.2.6. Sub-bacia Sucuriú	16
2.2.7. Sub-bacia Quitéria	17
2.2.8. Sub-bacia Santana	18
2.2.9. Sub-bacia Aporé	19
2.3. Principais Usos dos Recursos Hídricos na Região	23
2.4. Materiais	26
2.5. As Reservas de Água Subterrânea nos Aquíferos	27
2.5.1. Aquífero Bauru-Caiuá	27
2.5.2. Aquífero Serra Geral	30
2.5.3. Aquífero Guarani	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
3.1. Análise dos Poços Inseridos na Região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná no Estado do Mato Grosso do Sul	33
3.2. Uso dos Recursos Hídricos e as Regiões de Planejamento	38
3.2.1. Região do Cone Sul	39
3.2.2. Região da Sul-fronteira	42
3.2.3. Região de Grandes Dourados	44
3.2.4. Região do Leste	47
3.2.5. Região do Bolsão	49
3.2.6. Região de Campo Grande	52

3.2.7. Região do Norte	54
4. CONCLUSÕES	57
5. REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Água subterrânea compreende toda e qualquer quantidade de água presente abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou espaços intergranulares das rochas sedimentares, fraturas, falhas e fissuras das rochas compactadas, e que desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. Ela cumpre uma fase importante do ciclo hidrológico, uma vez que constitui uma parcela da água precipitada que forma um importante recurso natural.

O acúmulo das águas subterrâneas ocorre em zonas saturadas de água é que constituem os aquíferos. A superfície que delimita a zona saturada da não-saturada em água subterrânea no solo é designada como nível freático. Quando ele é profundo, é necessária a realização de uma intervenção mais custosa para a obtenção de água, mas quando mais raso, o acesso torna-se mais fácil.

A exploração e o uso das águas subterrâneas estão condicionados a fatores quantitativos, qualitativos e econômicos. Os fatores quantitativos estão intimamente ligados à condutividade hidráulica e ao coeficiente de armazenamento, os fatores qualitativos são influenciados pela composição das rochas e condições climáticas e de renovação das águas e, por último, os fatores econômicos dependem da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento e da demanda por água subterrânea no local de aproveitamento (ABAS – Associação Brasileira De Águas Subterrâneas).

A expansão das áreas agrícolas vem provocando o uso intensivo das águas subterrâneas, além do uso habitual das fontes superficiais. Entretanto, deve-se ficar atento a contaminação dessas águas, pois poluentes podem atravessar a porção não saturada do solo. O uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes, bem como a irrigação pode provocar problemas de salinização ou aumentar a lixiviação de contaminantes para a água subterrânea e outras fontes dispersas de poluição. Uma vez poluídas ou contaminadas, as águas subterrâneas demandam um elevado gasto de recursos financeiros para sua remediação. Deste modo, devem ser tomadas medidas preventivas para sua proteção, associadas ao controle de poluição como um todo, definindo-se critérios de planejamento e uso para a conservação deste recurso (PEDROTTI *et al*, 2015).

1.1. A Importância das Águas Subterrâneas como Fator Ambiental

O crescente uso dos recursos hídricos em nível mundial, associados a uma gestão inadequada e ineficiente, tem ocasionado a deterioração das águas em relação à sua quantidade e qualidade. Esses problemas tendem a se agravar no futuro com as mudanças climáticas, temperaturas mais elevadas, derretimento de geleiras e intensificação do ciclo hidrológico, com inundações e secas mais pronunciadas (OKI; KANAE, 2006). A importância das águas subterrâneas como fator ambiental é porque a sua utilização e seu uso geram resultados que devem ser quantificados, pois com esses resultados é possível monitorar de forma eficiente para que assim possa gerar um planejamento eficaz dentro das regiões.

A falta de água atinge milhares de pessoas espalhadas por todo o mundo, assim como diversas regiões brasileiras já sofrem com problemas de escassez. Ressaltar a importância dos recursos hídricos, demonstrando sua importância biológica, econômica e social, mantendo a preservação e conservação deste recurso é extremamente necessário, pois apesar de ser um recurso parcialmente renovável, pode-se considerar a água subterrânea como um recurso natural e limitado.

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso; possuem temperatura constante; tem em geral maior quantidade de reservas; necessitam de custos menores como fonte de água; as suas reservas e captações não ocupam área superficial; apresentam grande proteção contra agentes poluidores; o uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade; possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade (DOMINGOS, 2008).

Diante desse cenário, a água subterrânea assume grande importância como fonte de abastecimento. Ela vem sendo reconhecida como uma alternativa viável e tem apresentado um uso crescente nos últimos anos.

1.2. A Utilização das Águas Subterrâneas na Agricultura

O setor agrícola é o maior consumidor de água, em nível mundial consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes como rios, lagos e aquíferos

subterrâneos. Os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (SILVA PAZ et al, 2000). No Brasil, quase metade da água consumida destina-se a agricultura irrigada (SILVA PAZ et al, 2000).

A agricultura irrigada possui um conjunto de técnicas e equipamentos programados e operados de maneira racional, para alcançar seu objetivo proporcionando uma boa produtividade.

O uso da água subterrânea na agricultura tem, quando comparada ao uso das águas superficiais, algumas vantagens e algumas desvantagens. A vantagem principal é o fato de a água subterrânea poder ser obtida no local onde irá ser utilizada, por um valor relativamente baixo quando comparado com o investimento em uma barragem no local ou em uma área afastada, que, neste caso, acabam adicionando os custos de aduções, por vezes atravessando extensões muito longas. Por outro lado, há duas desvantagens importantes de serem ressaltadas. A primeira é em relação a eventual limitação das reservas de água subterrânea no local específico e a segunda, é a qualidade da mesma, a qual pode ser natural ou influenciada por ações humanas.

1.3. Tipos de Aquíferos e suas Caracterizações

Os aquíferos são as formações geológicas constituídas por rochas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. São reservatórios naturais subterrâneos que podem ser de variados tamanhos de poucos quilômetros quadrados a milhares de quilômetros quadrados, ou também, podem apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros de profundidade. De acordo com Capucci et al. (2001) De acordo com Capucci et al. (2001) eles são separados em três tipos de acordo com a formação rochosa na qual está contido:

- i. Aquíferos Granulares: ocorrem nas rochas sedimentares e constituem os mais importantes aquíferos pelo grande volume de água que armazenam e por sua ocorrência em grandes áreas. Exemplo: arenitos e aluviões;
- ii. Aquíferos Fraturados ou Fissurados: ocorrem nas rochas ígneas e metamórficas. A capacidade destas rochas em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas existentes. A possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá tão somente, de o mesmo interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Exemplo: granitos, gnaisses e diabásios;

iii. Aquíferos Cársticos: são os aquíferos formados em rochas carbonáticas. Constituem um tipo peculiar de aquífero fraturado, onde as fraturas, devido à dissolução do carbonato pela água, podem atingir abertura muito grande (cavernas), criando verdadeiros rios subterrâneos. Exemplo: calcários e mármore.

A água circula dentro dos aquíferos de maneira distinta. Dentro dos aquíferos fraturados e cársticos ocorre um padrão de deslocação através de alinhamentos correspondentes às fraturas, com uma movimentação que pode ser muito heterogênea e aleatória. Dentro dos aquíferos de porosidade intergranular, o comportamento está mais próximo ao de um meio isotrópico e homogêneo, ou seja, há uma maior previsibilidade em relação ao comportamento dinâmico da água subterrânea.

Dentro dos aquíferos de caráter granular, podem distinguir-se quatro tipos (Figura 1):

- a) Aquíferos livres: apenas apresentam uma camada impermeável na base e tem a superfície piezométrica coincidente com o topo do aquífero. Na sua superfície a água subterrânea encontra-se à pressão atmosférica e, quando se executa uma captação, a água dentro da mesma iguala a cota da água no aquífero;
- b) Aquíferos confinados: apresentam uma camada impermeável de rocha no topo (mais comumente argilas) e na base (mais comumente argilas ou rochas cristalinas), e se encontram relativamente bem protegidos das infiltrações de água a partir da superfície. Estes aquíferos apresentam água a pressão superior à atmosférica, o que significa que, quando se executa uma captação, a água sobe acima do nível do solo, as captações passam a designar-se por artesianos jorrantes;
- c) Aquíferos semiconfinados: são aquíferos de tipo intermédio entre os dois anteriores, com características de confinamento quanto à pressão da água, mas que tem pelo menos um dos limites, geralmente o superior, uma camada isolante semipermeável, ou seja, que deixa passar a água, geralmente de um aquífero livre superior para semiconfinado. Este tipo de aquífero tem duas grandes vantagens, uma é a recarga de água permanente e um isolamento em relação à superfície do solo, normalmente um material argiloso, que funciona como um filtro perfeito para qualquer tipo de água de menor qualidade que exista num aquífero superior;
- d) Aquíferos suspensos: são pequenos aquíferos acima da superfície freática dos aquíferos livres, suspensos muitas vezes acima de camadas de tipo argiloso na zona subsaturada (também designada por zona não saturada), e que podem

abastecer, em termos agrícolas, pequenas hortas, através da utilização de poços tradicionais, mas que nunca poderão servir para grandes regadios, devido, na maioria dos casos, à sua limitada extensão horizontal e pequena espessura.

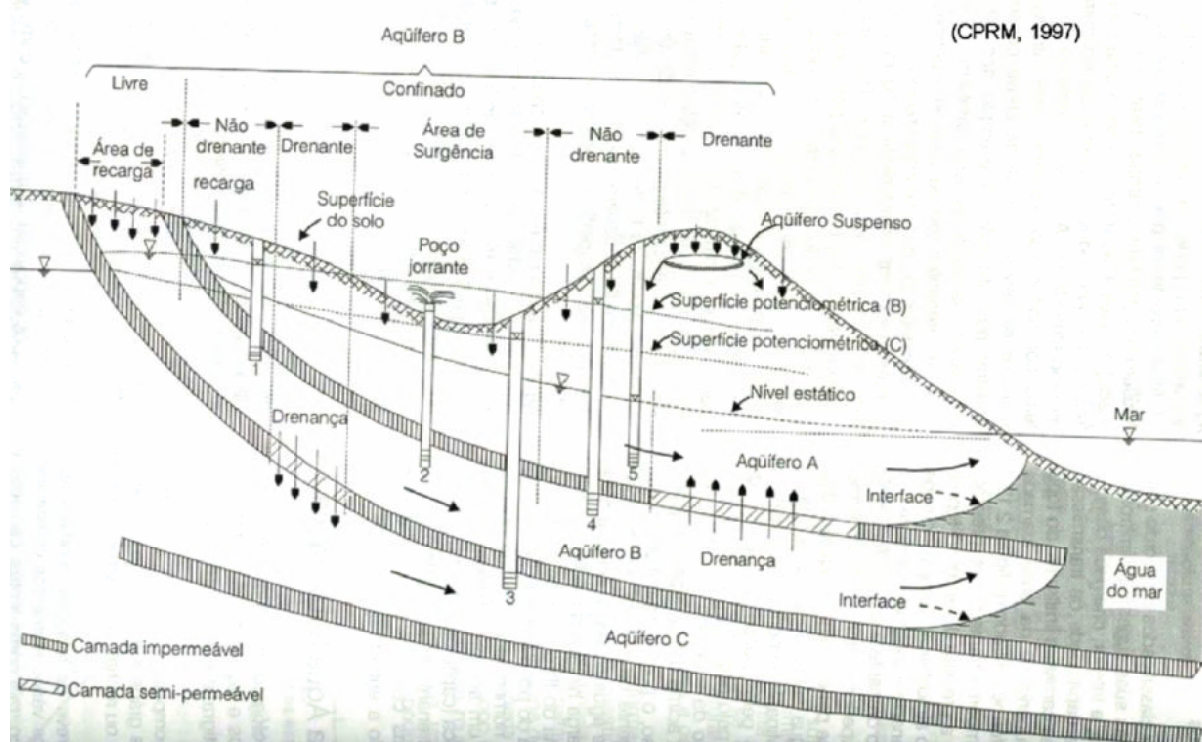


Figura 1: Tipos de Aquíferos. Fonte: CPRM (1997)

1.4. Processos de Contaminação da Água Subterrânea

A poluição da água refere-se a qualquer alteração de suas características, de modo a torná-la prejudicial às formas de vida, ou que dificulte ou impeça um uso benéfico (MOTA, 1995), enquanto a contaminação é um caso particular de poluição. A água está contaminada quando recebe microrganismos patogênicos e ou substâncias químicas ou radioativas que possam causar malefício ao homem (MOTA, 1995).

A poluição das águas pode ocorrer de diversas fontes, podendo ser de fontes pontuais ou difusas (GRAHAM; SCHEMPP; TROELI, 2011). A poluição pontual tem origem de uma fonte específica e identificável como os poluentes, atingindo os aquíferos subterrâneos de forma contínua (USEPA, 1995). Como exemplo da poluição pontual, podem-se citar os efluentes. A poluição não se origina em um local específico e os poluentes geralmente tem seu transporte dependente dos eventos hidrológicos (EDWARDS; WITHERS, 2008). Como exemplo de poluição

difusa, pode-se citar a contaminação dos mananciais de águas subterrâneas por fertilizantes.

Um indicador de poluição difusa de água subterrânea é o nitrato. Sua origem está relacionada a atividades agrícolas e esgotos sanitários. Sendo o nitrato uma forma estável de nitrogênio em condições aeróbicas, esta substância pode ser considerada persistente e sua remoção da água para atender ao padrão de potabilidade que é de 10 mg/L em N, é custosa e, por vezes, tecnicamente inviável, prejudicando o abastecimento público e privado.

Outra forma de poluição das águas subterrâneas ocorre quando poluentes são lançados diretamente no aquífero, por meio de poços, sem passar pelas camadas de solo. Poços mal construídos ou operados tornam-se caminhos preferenciais para que os poluentes atinjam diretamente as águas subterrâneas.

O potencial de poluição da água subterrânea depende das características, da quantidade e da forma de lançamento do poluente no solo. Quando maior a persistência ou menor capacidade de degradação e maior sua mobilidade no meio solo e água subterrânea, maior o potencial de poluição. Aliado a isso, uma pequena quantidade de poluentes em regiões muito chuvosas, pode transportar rapidamente as substâncias para as águas subterrâneas, mesmo considerando a capacidade do solo em atenuar os efeitos. Além disso, os aquíferos apresentam uma vulnerabilidade intrínseca, que pode ser entendida como o conjunto de características que determina o quanto ele poderá ser afetado pela carga de poluentes. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água e as características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e litologia (argila a cascalho)(FOSTER & HIRATA, 1998).

Uma vez contaminadas, as águas subterrâneas demandam um elevado gasto de recursos financeiros e humanos para sua remediação, o que de modo geral é atingido ao final de vários anos. Desta forma, devem ser tomadas medidas preventivas para sua proteção, associadas ao controle de poluição como um todo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Condições Ambientais e Hidrogeológicas

O Estado do Mato Grosso do Sul é um dos estados mais ricos em água e detentor de uma das maiores reservas de água doce superficial e também de expressiva reserva de água subterrânea em termos nacionais. Esta disponibilidade traz a responsabilidade do Estado na proteção dos mananciais, na garantia das funções ecológicas, econômicas e sociais dos recursos hídricos, mediante a aplicação de um modelo sustentável de desenvolvimento de seus usos múltiplos.

No território do Mato Grosso do Sul configuram-se duas Regiões Hidrográficas do Brasil, conforme definidas pela Resolução do CNRH nº 32/2003 (SEMAC, 2010): a Região Hidrográfica do Paraguai, formada pela bacia do Paraguai, a oeste, e a Região Hidrográfica do Rio Paraná, formada pela bacia do Paraná, a leste.

As unidades hidrogeológicas do Estado de Mato Grosso do Sul são identificados por dois grandes grupos de rochas, as sedimentares, definindo os aquíferos porosos, e as ígneas-metamórficas, que constituem os aquíferos fraturados ou de fissuras.

Consideram-se oito unidades aquíferas para o Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 2):

- 1) Sistema Aquífero Cenozoico;
- 2) Sistema Aquífero Bauru;
- 3) Sistema Aquífero Serra Geral;
- 4) Sistema Aquífero Guarani;
- 5) Sistema Aquífero Aquidauana-Ponta Grossa;
- 6) Sistema Aquífero Furnas;
- 7) Sistema Aquífero Pré-Cambriano Calcários;
- 8) Sistema Aquífero Pré-Cambriano.

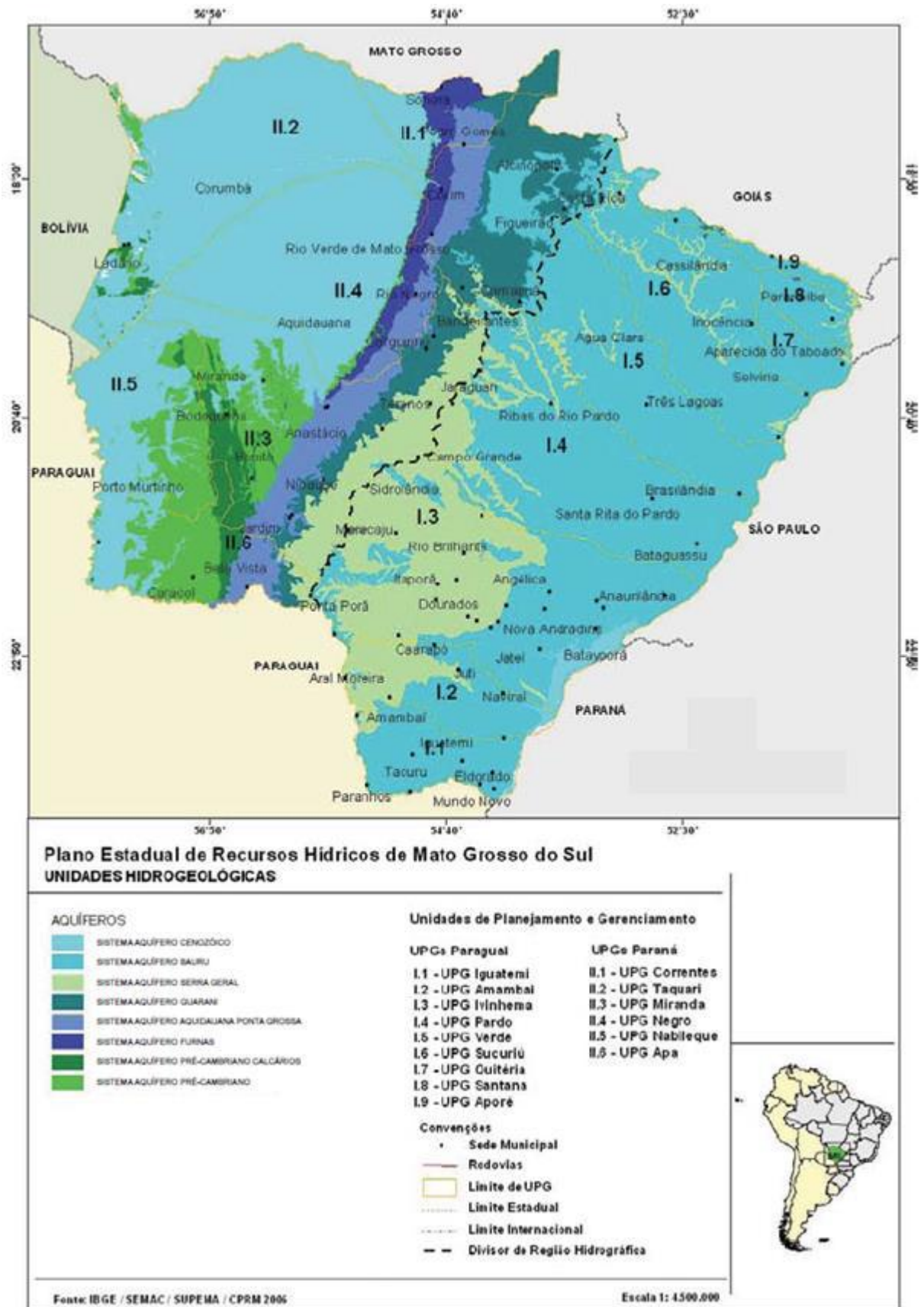


Figura 2: Domínios Hidrogeológicos do Mato Grosso do Sul. Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul, 2010.

Em termos de distribuição percentual em área, o Aquífero Bauru possui a maior área de afloramento, com 37% da área total do Mato Grosso do Sul. A distribuição na Região Hidrográfica do Paraná mostra a importância dos Aquíferos Bauru e Serra Geral, com 75% e 24% respectivamente. Entretanto, há que se considerar a relevância do Aquífero Guarani, embora com pequena proporção de área de afloramento, apenas 0,1% da área dessa Região Hidrográfica. Esse aquífero se encontra confinado, abaixo dos aquíferos Bauru e Serra Geral e, sendo assim, com área de afloramento bem inferior à área que se encontra confinado.

Grande parte da região do Mato Grosso do Sul é sustentada por solos residuais de rochas basálticas e com relevo excessivamente plano. Neste tipo de relevo, tanto o escoamento superficial como o subsuperficial são precários, o que, aliado à baixa permeabilidade dos horizontes inferiores do solo, possibilita que se forme lençol freático, permanente ou temporário, próximo da superfície, acarretando solos mal drenados, apodrecimento de plantas de raízes profundas, contaminação direta do lençol freático por poluentes agrícolas e outros.

Além disso, coberturas sedimentares e vulcanossedimentares associadas à bacia do Paraná representam uma extensa área do estado. São formados predominantemente por sedimentos de origem clástica e clastoquímica e dada a sua ampla variação geológica e expressão areal, são identificadas diferentes formas de relevos (Figura 3), desde os termos mais acidentados, como escarpas, degraus estruturais, *inselbergs*, morros e serras baixas; os tipos fortemente ondulados a ondulados, classificados como colinas dissecadas e morros baixos, e os tipos suave ondulados a aplainados, classificados como colinas amplas e suaves, superfícies aplainadas retocadas ou degradadas, planaltos, tabuleiros, chapadas e platôs.

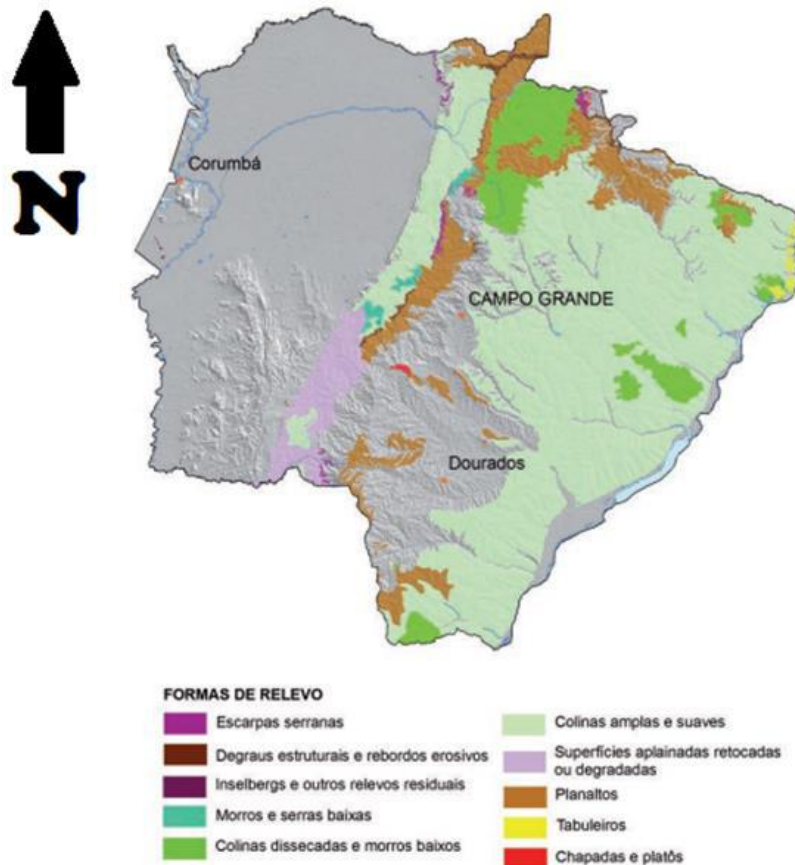


Figura 3: Formas de relevo associados às áreas sustentadas pelas coberturas sedimentares e vulcanossedimentares associadas à bacia do Paraná. Fonte: THEODOROVICZ 2010.

2.2. Descrição da Área de Estudo em Função das Sub-bacias

A descrição da área de estudo em função das sub-bacias é elaborada desta forma, pois é obrigatório por lei, o que não segue a lógica do ponto de vista hidrogeológico, já que os aquíferos não se limitam a apenas uma sub-bacia.

De acordo com a equipe de consultores do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul e a coordenação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento e Gerenciamento de Mato Grosso do Sul, totalizam-se nove Unidades de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UPGs) na Região Hidrográfica do Paraná (Figura 4), cujos nomes guardam correspondência com a toponímia de seu rio principal. Para a elaboração da base cartográfica representativa das UPGs, foram editados os polígonos das áreas ocupadas pelos municípios em cada UPG usando-se a base da Malha Municipal Digital, escala 1:1.000.000, do IBGE (2005) gerando-se as áreas em km² e o percentual ocupado por município em relação às áreas de cada UPG. Também foram selecionados

elementos topográficos da Região Hidrográfica do Paraná, escala 1:1.000.000, gerados pela SEMAC/IMASUL, e as Malhas Hidrográficas unifilar e bifilar, escala 1:1.000.000, geradas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006) (RETIRADO DE SEMAC 2010).

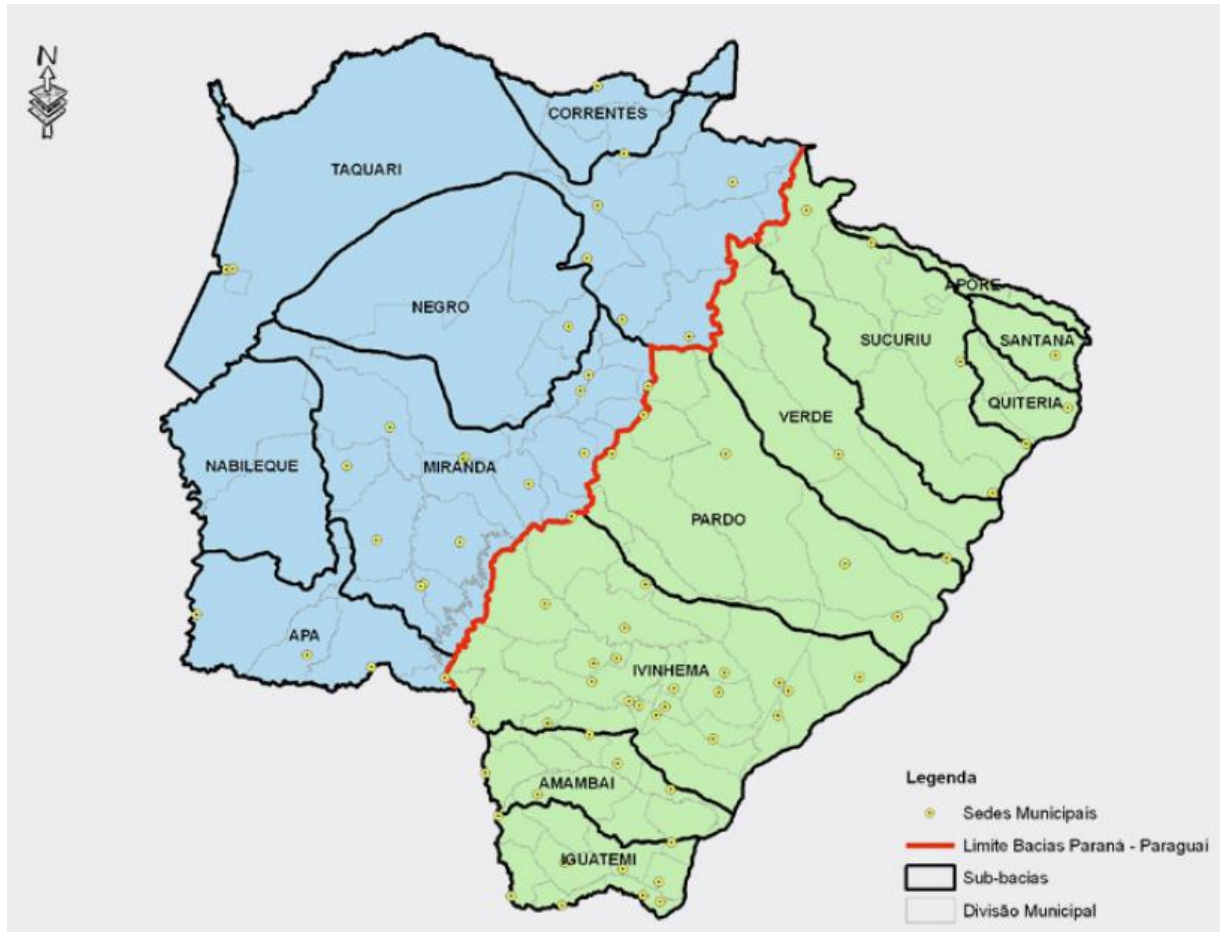


Figura 4: Localização das Unidades de Planejamento. Fonte: SEMAC, 2010.

A Região Hidrográfica do Paraná ocupa uma área total de 169.488,663 km² (Quadro 1), o que representa aproximadamente 47,46% da área do Estado. Nesta região destacam-se os rios Aporé, Sucuriú, Verde, Pardo, Ivinhema, Amambai e Iguatemi, à margem direita do rio Paraná. O rio Paraná tem como principais formadores os rios Paranaíba e Grande, no tríplice limite entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

As sub-bacias apresentadas abaixo foram estudas no Projeto GeoMS (SILVA *et al.* 2011), analisando a cobertura vegetal e o uso da terra nas UPGs do ano de 2007, a partir das imagens CBERS e mapas existentes. “O mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra foi conduzido na escala de 1:100.000 a partir da

interpretação visual de imagens do sensor CCD/CBERS-2 (*Charge Coupled Device/China-Brazil Earth Resources Satellite*), com 20 metros de resolução espacial.”

2.2.1. Sub-bacia Iguatemi

Localizada no extremo sul do estado do Mato Grosso do Sul, possui uma área de 10.073,76 km² cuja extensão total engloba o bioma Mata Atlântica. Abrange os municípios de Coronel Sapucaia, Amambai, Iguatemi, Itaquiraí, Eldorado, Mundo Novo, Japorã, Sete Quedas, Tacuru e Paranhos. O Rio Iguatemi possui cerca de 218 quilômetros de extensão e caracteriza-se como um rio de planície, com curso meandrante e extensas áreas alagáveis, desaguando no Rio Paraná.

Geologicamente, a principal formação encontrada, presente em 92% da UPG, refere-se ao Grupo Caiuá, que apresenta como característica uma uniformidade litológica, com a presença de arenitos bastante porosos e facilmente desagregáveis. Ao noroeste da UPG, na região do município de Coronel Sapucaia, são encontradas formações do Grupo Serra Geral, constituídas por rochas magmáticas com afloramentos basálticos, representando 8% da área da UPG. Depósitos aluvionares foram identificados, mas com área pouco significativa (cerca de 0,01% da UPG).

O mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra mostram um elevado grau de supressão da cobertura vegetal natural na sub-bacia do Iguatemi, já que 78,13% do território apresentam área antropizada. Em décadas passadas, a área que abrange os municípios da UPG do Rio Iguatemi sofreu intensa exploração da madeira que, associada à atividade agropecuária, acarretam o desmatamento de boa parte da região.

2.2.2. Sub-bacia Amambaí

Localizada na porção sudeste do Mato Grosso do Sul, possui uma área de 12.164 km². Abrange os municípios de Aral Moreira, Amambaí, Iguatemi, Itaquiraí, Coronel Sapucaia, Naviraí, Juti, Caarapó, Laguna Caarapã e Ponta Porã.

A geologia da UPG apresenta rochas do período Cretáceo Superior, Cretáceo Inferior e Quaternário. Quanto às formações foram identificadas as seguintes: Formação Caiuá, Formação Serra Geral e Formação Depósitos aluvionares.

O levantamento da cobertura vegetal e uso da terra do ano mostra que a vegetação natural é escassa e ocorre em pequenas manchas (remanescentes) distribuídas pela UPG. A distribuição das áreas antrópicas na região, destacando-se pecuária sobre pastagens plantadas, com ampla ocorrência na UPG, ocupando 46,1% da área total da UPG.

2.2.3. Sub-bacia Ivinhema

Possui uma área de 46.085 km² e é a segunda maior bacia hidrográfica do Estado de Mato Grosso do Sul. Abrange os municípios de Anaurilândia, Angélica, Antônio João, Batayporã, Caarapó, Deodápolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã, Ivinhema, Jatei, Juti, Laguna Carapã, Maracaju, Naviraí, Nova Alvorada do Sul, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Ponta Porã, Rio Brilhante, Sidrolândia, Taquarussu e Vicentina.

A sub-bacia apresenta cinco formações geológicas: Serra Geral, Caiuá, Santo Anastácio, aluviões atuais e Ponta Porã. As formações predominantes são Serra Geral e Caiuá, sendo que as formações aluviais ocorrem de Porto Caiuá até Anaurilândia às margens dos rios Ivinhema, Baía e Paraná (MATO GROSSO DO SUL, 2006). As formações mais antigas, areníticas, são Caiuá e Adamantina, e as mais recentes, Aluviões Atuais; no leste da UPG, nos divisores e água, há uma pequena franja da Serra de Maracaju, com basalto e arenito (SEMAC, 2010).

A cobertura vegetal e uso da terra mostra que a vegetação da UPG Ivinhema, de nordeste ao sudeste, está na transição Cerrado/Floresta Estacional Semidecidual ou Mata Atlântica. Ao norte do Rio Ivinhema predomina Cerrado e ao sul Floresta Estacional Semidecidual (SEMAC, 2010). A separação fitogeográfica coincide com a geológica, com a Formação Santo Anastácio sob Cerrado e a Formação Caiuá na Floresta Estacional Semidecidual (SEMAC, 2010).

2.2.4. Sub-bacia Pardo

Com uma extensão aproximada de 38.700 km², a área está inserida na Região Hidrográfica do Paraná e também faz divisa político-administrativa com o Estado de São Paulo, ao sul. A contribuição da UPG para a Região Hidrográfica do Paraná se dá, principalmente, pela recarga de alguns dos principais rios, como Sucuriú, Verde e Pardo (SEMAC, 2010). Abrange os municípios de Bandeirantes,

Bataguassu, Brasilândia, Camapuã, Campo Grande, Jaraguari, Nova Alvorada do Sul, Nova Andradina, Ribas do Rio Pardo, Santa Rita do Pardo e Sidrolândia.

Geologicamente, está inserida nos afloramentos dos Sistemas Aquíferos Cenozoico, Bauru e Serra Geral. O Cenozoico consiste um Aquífero poroso livre com predomínio de sedimento arenosos e finos, pouco compactado e com depósitos aluvionares recentes e principalmente sedimentos fluviais do Rio Paraná, restringe-se a área sul da UPG. Apresentam ainda pequenos afloramentos em áreas de amplitude altimétrica variando de 165 a 350 m e predomínio de latossolos vermelho-escuro com intrusões de podzólico vermelho amarelo (SEMAC, 2010).

Alguns vales de drenagens da UPG, no entanto, pertencem ao Sistema Serra Geral, caracterizado como um aquífero fraturado livre formado por basaltos e diabásios da formação Geral, do grupo São Bento. A capital do Estado, Campo Grande, está inserida neste aquífero, sendo que 40% do abastecimento público municipal (principal ou secundário) são decorrentes de poços perfurados neste sistema. Semelhantemente, municípios como Dourados, Ponta Porã, Caarapó, Sidrolândia se beneficiam do sistema para os abastecimentos. Este aquífero, na UPG Pardo ocorre principalmente em cotas de 700 a 800 m e predominantemente por areias quartzosas (SEMAC, 2010). Nesta formação, caracteriza-se como áreas praticamente planas, com baixa a média susceptibilidade a erosão e baixa a média permeabilidade do solo, por predomínio de solos argilosos e argiloarenosos de textura média e argilosa, com basaltos e arenitos. A partir das redes de drenagem, identifica-se também a existência de padrões de drenagem que se referem ao arranjo espacial dos cursos fluviais e que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividades e pela evolução geomorfológica da região.

A cobertura vegetal e uso da terra mostram a região apresenta elevado grau de antropização, já que aproximadamente 29500 km² são representados por pecuária do tipo pastagem plantada e agropecuária, ou seja, mais de 76% da sua área é representada por áreas antrópicas. Quanto às áreas naturais, pouco mais de 8100 km² são caracterizados por áreas naturais, que representa aproximadamente 21% da área total. Por fim, 2,9% (ou pouco mais de 1080 km²) são representados por massas de água ou outros corpos de água.

2.2.5. Sub-bacia Verde

Localizada no leste do Estado do Mato Grosso do Sul, possui uma área de 23.739 km². Abrange os municípios de Água Clara, Brasilândia, Camapuã, Costa Rica, Figueirão, Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas e é composta pelo bioma Cerrado e uma pequena parte de Mata Atlântica, possuindo área representativa de vegetação ciliar aluvial, ao longo dos rios, e significativa área de reflorestamento, principalmente em sua porção centro-sul, próximo às áreas de influência urbana (SILVA et al.).

A sub-bacia apresenta rochas do Neoproterozóico, o Grupo Cuiabá; do Paleozoico, Granitos Coxim e Rio Negro e o Grupo Paraná; do Mesozoico, o Grupo São Bento; e do Cenozoico, as coberturas detrítico-laterítica, a Formação Pantanal e os depósitos detríticos e os aluviões atuais. .

A cobertura vegetal e uso da terra mostram a cobertura vegetal da bacia do rio Verde é predominantemente composta por Vegetação Ciliar, seguida de Savana (Cerrado) e nota-se o predomínio das áreas antrópicas em função da vegetação natural.

2.2.6. Sub-bacia Sucuriú

A sub-bacia Sucuriú abrange os municípios de Água Clara, Cassilândia, Chapadão do Sul, Costa Rica, Figueirão, Inocência, Selvíria e Três Lagoas. Geomorfologicamente predominam divisores tabulares, que significa que o relevo é de planalto nas altas cabeceiras, passando a dissecado próximo ao rio. É esse relevo acidentado que interessa ao sistema de energia hidroelétrica. A sub-bacia está situada no Planalto Sedimentar do Paraná, com arenitos do grupo Caiuá e Santo Anastácio.

Os mapas de cobertura vegetal e uso da terra mostram que a cobertura vegetal predominante é a vegetação do Domínio do Cerrado (Savana), particularmente cerradão (Savana Florestada). A área de pastagens cultivadas compreende 70% da sub-bacia. As lavouras anuais concentram-se no Chapadão das Emas. Nos chapadões chove mais e a temperatura noturna é mais amena, o que favorece a produtividade de grãos na agricultura, além da topografia adequada à mecanização, e dos solos com boas propriedades físicas, embora as químicas necessitem de correção de pH e de nutrientes.

2.2.7. Sub-bacia Quitéria

A sub-bacia Quitéria possui 4.928 km² de área, abrange os municípios de Aparecida do Taboado, Inocência, Paranaíba e Selvíria e é composta por parte dos biomas, Cerrado e Mata Atlântica. A sub-bacia pertence ao domínio morfoclimático do Cerrado, caracterizado por chapadões tropicais interiores com cerrados e florestas de galerias. Está inserida no Domínio morfoestrutural das bacias e coberturas sedimentares fanerozoicas, especificamente denominado Planalto do Rio Paraná.

Geologicamente, as rochas presentes na sub-bacia datam a Era Mesozoica, Período Cretáceo, pertencente ao Grupo Bauru, “Formação Marília composta por arenito grosso a fino, cor vermelha a rosada, imaturo, argilito-arenoso, ambiente de leques aluviais médios a distal e a Formação Vale do Rio do Peixe com arenito fino, cores marrom, rosa e alaranjado, formado por camadas tabulares, intercalada por camadas de siltito maciço e lentes de arenito conglomerático com intraclastos argilosos ou carbonáticos, ambiente continental desértico e eólico; ao Grupo Caiuá, Formação Santo Anastácio com arenito quartzoso fino, seleção pobre e pouca matriz siltico-argilosa intercalada com argilito, ambiente continental desértico, planícies de borda de maré de areia e, por último, pelo Grupo São Bento, Formação Serra Geral composta por basaltos intercalados por camadas de arenito e litoarenito.”

A cobertura vegetal e uso da terra mostram que entre as classes de cobertura vegetal, predomina as de Formação Savana. As áreas antrópicas representam 76,2% do território, cujo uso principal é a pastagem plantada, representando 92,1% da área antropizada ou 70,2% da área total da sub-bacia. Os corpos d’água contabilizam 5,6% da sub-bacia, em sua maior parte pertencem às represas do rio Paraná.

2.2.8. Sub-bacia Santana

A sub-bacia Santana apresenta em sua malha hídrica superficial rios de domínio estadual, como o rio Santana, afluentes do rio Paranaíba que desemboca no rio Paraná, ambos de domínio da União. Possui área total de 4.181,619 km² e localiza-se ao nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, abrange os municípios de Aparecida do Taboado e Paranaíba.

Apresenta relevo associados a colinas dissecadas e morros baixos, tabuleiros e planaltos. A sub-bacia apresenta os sedimentos inconsolidados da Formação Cachoeirinha, as rochas areníticas da Formação Marília e Vale do Rio do Peixe, do Grupo Bauru e da Formação Santo Anastácio, do Grupo Caiuá e os basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento.

Quanto aos aspectos relacionados às características hidrogeológicas da sub-bacia Santana, é possível encontrar a área de afloramento do Sistema Aquífero Bauru e do Sistema Aquífero Serra Geral (MATO GROSSO DO SUL, 2010). De acordo com os dados apontados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos de MS (SEMAC, 2010), os usos da água na sub-bacia Santana são destinados para o abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, atividades industriais, transporte hidroviário, aquicultura e pesca.

A cobertura vegetal e uso da terra mostram que foi possível constatar três diferentes fisionomias da cobertura vegetal e uso da terra: área de vegetação natural (20,75%), áreas antrópicas (77%) e outros (2,25%).

2.2.9. Sub-bacia Aporé

A sub-bacia Aporé abrange os municípios de Cassilândia, Chapadão do Sul e Paranaíba, totalizando uma área de 2.903,60 km² e uma área de drenagem de aproximadamente 6.965,32 km². O principal rio, o Aporé, traça a linha limítrofe dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, desde sua nascente até sua foz, no reservatório de Ilha Solteira. Nessa estão presentes os biomas Cerrado e Mata Atlântica. Apresenta relevo predominante suave ondulado e planaltos.

Geologicamente, a área compreende a ocorrência da Formação Vale do Rio do Peixe, do Grupo Bauru e coberturas detrítico-lateríticas. De forma mais restrita, afloram os basaltos associados à Formação Serra Geral, do Grupo São Bento.

O corpo de água da sub-bacia, oriundo do aquífero Bauru, possui águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e pesca.

Os mapas temáticos de cobertura vegetal e uso da terra correspondem a uma área de 2357,81 km², predominando a pastagem plantada para pecuária bovina de corte, a qual encontra-se uniformemente distribuída em toda a área da sub-bacia, seguido das áreas agrícolas que se concentram na região oeste da bacia circunscrita no município de Chapadão do Sul é uma das áreas de concentração efetiva da agricultura do Estado.

Quadro 1. Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs) de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul: área e municípios integrantes. Fonte: Mato Grosso do Sul, 2010.

Região Hidrográfica do Paraná		
I.1 Iguatemi		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Amambai	1.307,717	31,12
Coronel Sapucaia	785,009	76,30
Eldorado	1.017,788	100,00
Iguatemi	1.350,805	45,84
Itaquiraí	321,883	15,60
Japorã	419,804	100,00
Mundo Novo	479,327	100,00
Paranhos	1.302,138	100,00
Sete Quedas	825,925	100,00
Tacuru	1.785,315	100,00
Total da UPG	9.595,823	

I.2 Amambai		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Amambai	2.894,581	68,88
Aral Moreira	1.656,185	100,00
Caarapó	659,395	31,55
Coronel Sapucaia	243,889	23,70
Iguatemi	1.595,872	54,16
Itaquiraí	1.741,993	84,40
Juti	905,786	57,16
Laguna Carapã	1.001,585	57,77
Naviraí	999,845	31,31

I.2 Amambai		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Ponta Porã	249,668	4,69
Total da UPG	11.949,013	

I.3 Ivinhema		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Anaurilândia	3.395,540	100,00
Angélica	1.273,199	100,00
Antônio João	469,137	41,02
Batayporã	1.828,214	100,00
Caarapó	1.430,311	68,45
Deodápolis	831,263	100,00
Douradina	280,689	100,00
Dourados	4.086,387	100,00
Fátima do Sul	315,237	100,00
Glória de Dourados	491,758	100,00
Itaporã	1.322,003	100,00
Ivinhema	2.009,887	100,00
Jatei	1.927,966	100,00
Juti	678,813	42,84
Laguna Carapã	732,260	42,23
Maracaju	4.101,701	77,41
Naviraí	2.193,994	68,69
Nova Alvorada do Sul	1.508,264	37,53
Nova Andradina	2.971,124	62,21
Novo Horizonte do Sul	849,117	100,00
Ponta Porã	4.218,275	79,16
Rio Brilhante	3.987,529	100,00
Sidrolândia	2.582,858	48,86
Taquarussu	1.041,121	100,00
Vicentina	310,216	100,00
Total da UPG	44.837,155	

I.4 Pardo		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Bandeirantes	1.973,405	63,34
Bataguassu	2.416,718	100,00
Brasilândia	1.540,304	26,53
Camapuã	76,435	2,84
Campo Grande	7.552,362	93,28
Jaraguari	2.041,734	70,09
Nova Alvorada do Sul	2.510,945	62,47
Nova Andradina	1.804,972	37,79
Ribas do Rio Pardo	11.911,262	68,82
Santa Rita do Pardo	6.141,615	100,00
Sidrolândia	1.349,773	25,53
Total da UPG	39.419,362	

I.5 Verde		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Água Clara	7.804,075	70,75
Brasilândia	4.266,588	73,47
Camapuã	2.839,934	45,78
Costa Rica	140,631	2,46
Figueirão	363,762	7,99
Ribas do Rio Pardo	5.397,456	31,18
Três Lagoas	3.71,684	33,04
Total da UPG	24.183,897	

I.6 Sucuriú		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Água Clara	3.226,998	29,25
Cassilândia	2.288,689	62,71
Chapadão do Sul	3.714,492	96,46
Costa Rica	4.562,509	79,72
Figueirão	191,571	4,21
Inocência	4.570,322	79,12

I.6 Sucuriú		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Selvíria	2.533,193	77,74
Três Lagoas	6.834,686	66,96
Total da UPG	27.192,974	

I.7 Quitéria		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Aparecida do Taboado	2.361,299	85,86
Inocência	1.205,939	20,88
Paranaíba	350,837	6,49
Selvíria	725,460	22,26
Total da UPG	5.372,096	

I.8 Santana		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Aparecida do Taboado	388,831	14,14
Paranaíba	3.792,654	70,20
Total da UPG	4.181,619	

I.9 Aporé		
UPG/Município	Área (km ²)	% na UPG
Cassilândia	1.316,141	37,29
Chapadão do Sul	136,201	3,54
Paranaíba	1.259,287	23,31
Total da UPG	2.756,724	
Total da Região	169.488,663	

2.3. Principais Usos dos Recursos Hídricos na Região

O volume total de água consumido pela população do Estado do Mato Grosso do Sul é cerca de 87 milhões de m³/ano e desse volume, 81% é consumido pela Região Hidrográfica do Paraná (SEMAC, 2010). A UPG Pardo é a que representa o maior volume consumido de água do Estado, 95% deste consumo está atribuído ao município de Campo Grande e cerca de 90% da população total do

Estado é atendida. A menor taxa de abastecimento de água atendendo a população é visto na UPG Iguatemi, com 75%.

Na separação das reservas explotáveis de acordo com as UPGs, a UPG Ivinhema possui uma reserva explotável de 1.263,6 milhões de m³/ano e tendo a maior área irrigada do Estado (SEMAC, 2010). A UPG Pardo possui a maior concentração da população urbana juntamente com o maior número de indústrias instaladas no Estado, possuindo uma reserva explotável de 802,6 milhões de m³/ano, enquanto a UPG Sucuriú, que está em crescente processo de industrialização possui uma reserva explotável de 802,6 milhões de m³/ano (SEMAC, 2010).

Os municípios da Bacia do Paraná abastecem-se em sua maioria por águas subterrâneas (Figura 5). O município Campo Grande, sede da UPG Pardo, mesmo utilizando 60% de águas superficiais, utiliza-se do restante de água subterrânea se mostrando a suma importância dos recursos hídricos subterrâneos para o abastecimento urbano em todas as UPGs (SEMAC, 2010).

No Estado, a maior parte de áreas irrigadas está nas UPGs de Ivinhema, Pardo e Amambaí. Para o processo industrial, vale ressaltar um alto grau de tecnologia aplicado visando à economia de água e tratamento de efluentes. Já para o abate e refrigeração, em maior parte é utilizada a água subterrânea, além de ser usado também em usinas de beneficiamento mineral (SEMAC 2010) (Figura 6).

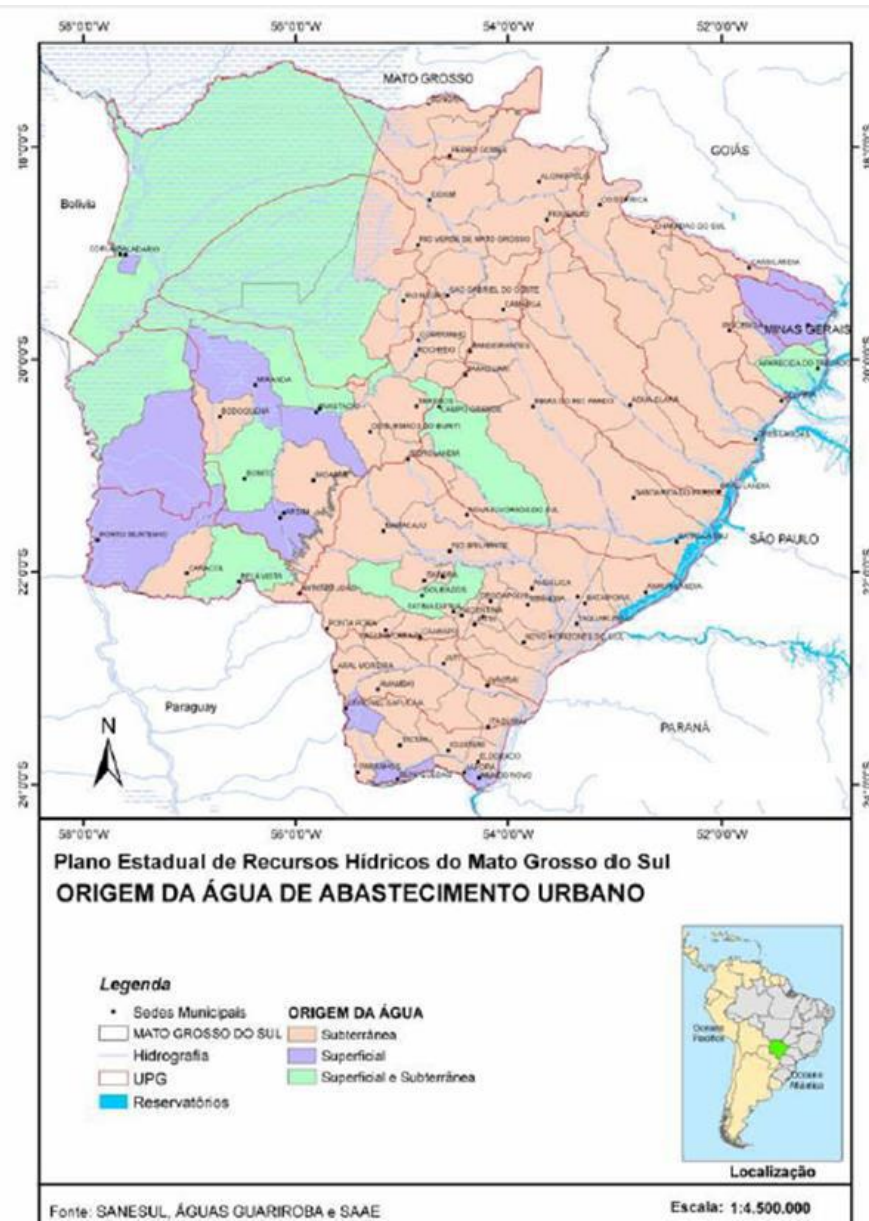


Figura 5: Sistemas de abastecimentos dos municípios do Mato Grosso do Sul. Fonte: Mato Grosso do Sul, 2010.

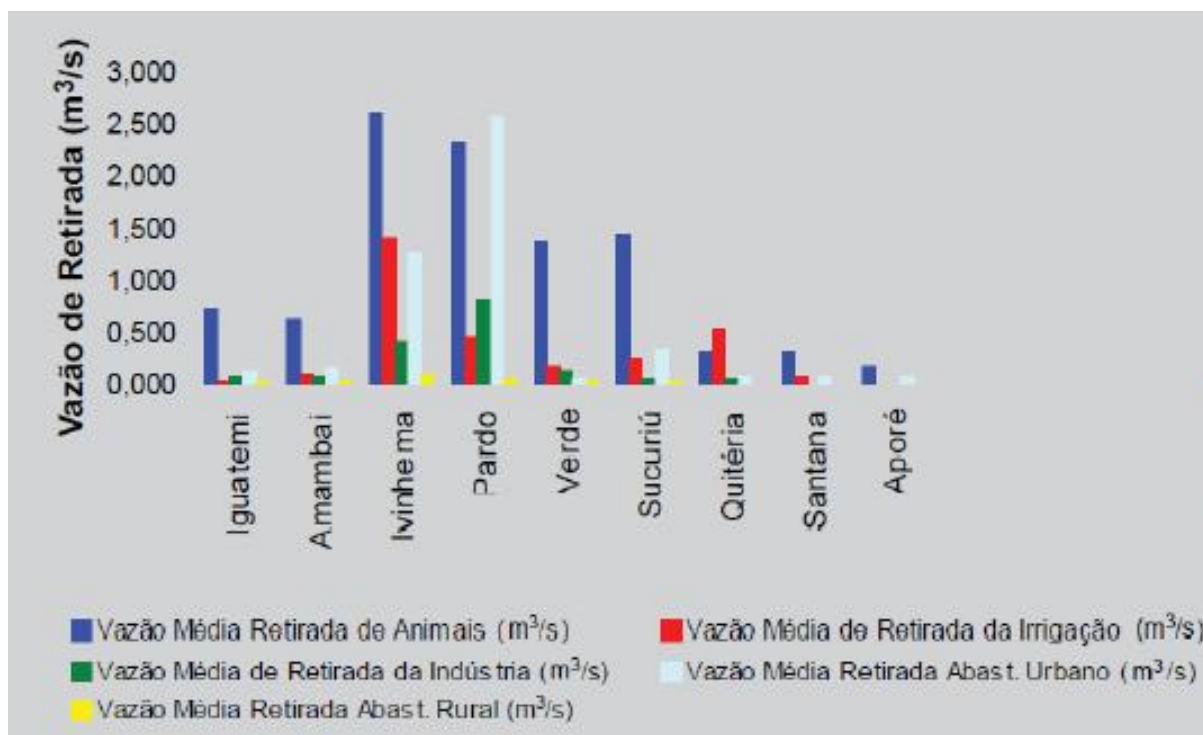


Figura 6: Vazões médias para cada tipo de uso dentro das UPGs. Fonte: SEMAC (2010).

2.4. Regiões de Planejamento

No Estado do Mato Grosso do Sul, a regionalização contempla as condições geográficas de proximidade, tendo como referência a interdependência intrarregional, partindo do reagrupamento das onze microrregiões geográficas do IBGE. A regionalização proposta em Mato Grosso do Sul está baseada em nove Regiões de Planejamento (Figura 7), estando convergindo para nove pólos urbanos regionais com dimensões diversificadas.



Figura 7: Mapa das Regiões de Planejamento do Estado do Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2015.

A bacia do Paraná engloba as seguintes Regiões de Planejamento:

2.4.1. Região do Cone Sul

A região é formada por sete municípios banhados pela Bacia do Rio Paraná, do qual Naviraí é considerado município pólo. Tem sua formação econômica fundamentada na produção agropecuária (Quadro 2), com destaque para a produção de grãos nos municípios de Naviraí e Itaquiraí, destacando-se as culturas de milho, soja e cana-de-açúcar. A pecuária bovina de corte tem rebanho estimado em aproximadamente um milhão de cabeças, com maior expressão nos municípios de Iguatemi, Naviraí e Itaquiraí. Na região também se desponta a avicultura de corte nos municípios de Itaquiraí e Juti. Sua população total está em torno de 135.379 habitantes (IBGE, 2017).

Quadro 2: Potencialidades Produtivas da Região Cone-Sul no Mato Grosso do Sul.

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Agropecuária, Indústria Moveleira, Piscicultura, Agroindústria, Agricultura Familiar.	Eldorado	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Fruticultura (melancia) e Indústria Moveleira.
	Iguatemi	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Silvicultura (eucalipto), Agricultura (cana-de-açúcar) e Agroindústria.
	Itaquiraí	Pecuária Bovina, Avicultura, Bicho da Seda (Casulos) e Agricultura (cana-de-açúcar, soja, milho e mandioca).
	Japorã	Bicho da Seda (casulo), Produção de mel, Avicultura (mista – postura e corte na agricultura familiar) e Suinocultura de subsistência na agricultura familiar.
	Juti	Avicultura e Suinocultura.
	Mundo Novo	Piscicultura e Indústria Moveleira.
	Naviraí	Pecuária Bovina, Suinocultura, Mel de Abelha, Agricultura (cana-de-açúcar, soja e milho), Agroindústria e Indústria.
Fonte: SEMAC 2010		

De acordo com o levantamento realizado pelo governo do Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2011a), a região compreende os baixos custos das bacias hidrográficas da Região Hidrográfica do Paraná e também tem uma grande área sujeita a inundação devido à tectônica da região. Nela ocorre o predomínio da Formação Caiuá do Grupo Bauru, da Formação Serra Geral e uma pequena porção de Aluviões Atuais (Figura 8).

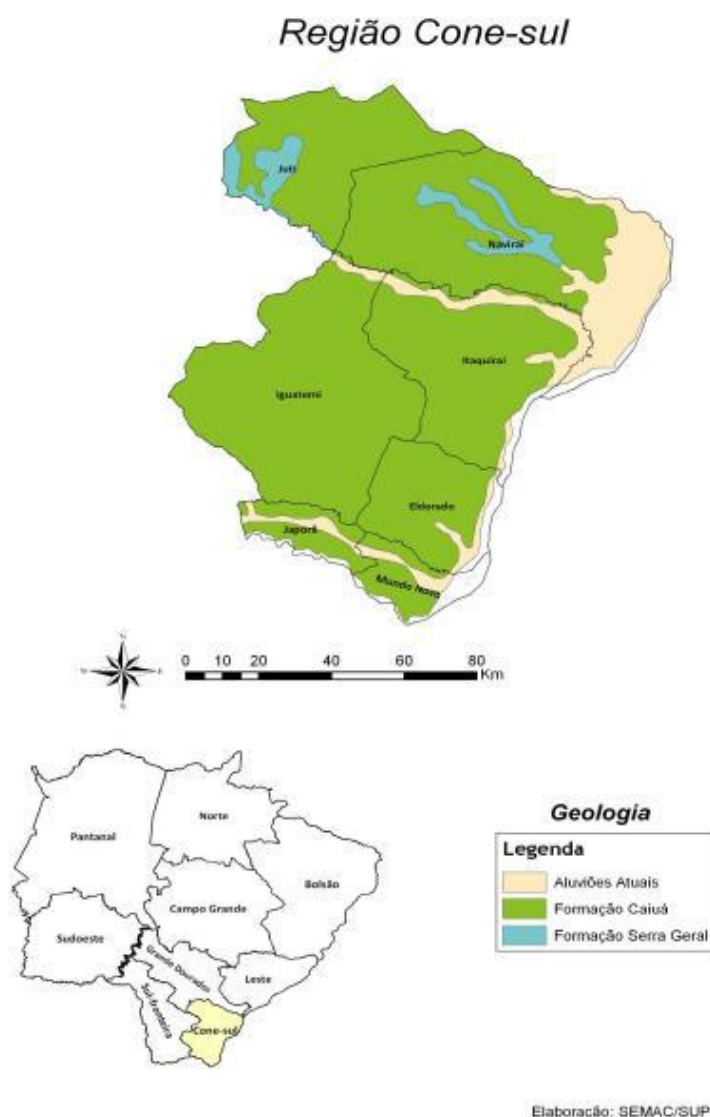


Figura 8: Mapa Geológico da Região Cone-Sul no Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2011a.

2.4.2. Região da Sul-fronteira

A região que se estende ao longo da fronteira com o Paraguai apresenta nove municípios, do qual Ponta Porã é o município pólo. A estrutura produtiva é composta pela agricultura e pecuária (Quadro 3) e a população total é em torno de 206.155 habitantes (IBGE, 2017).

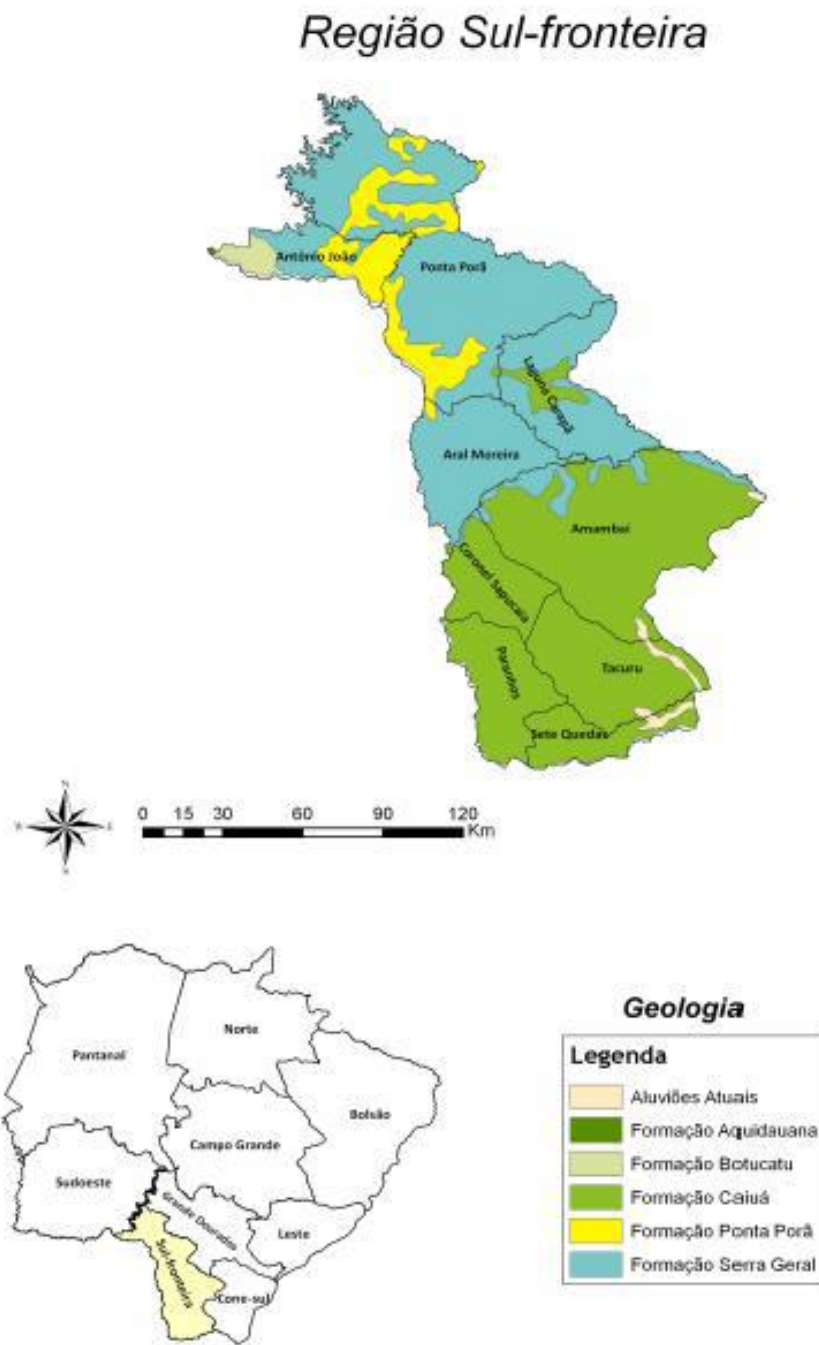
Na região existem frigoríficos e laticínios (Zona de Alta Vigilância Sanitária), indústrias para a fabricação de biocombustíveis e de erva mate, predominando a pecuária de corte e a agricultura (soja, milho e trigo).

Quadro 3: Potencialidades Produtivas da Região Sul-fronteira no Mato Grosso do Sul.

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Pecuária de Corte, Erva Mate, Agroindústria, Agricultura.	Amambaí	Pecuária Bovina, Avicultura, Suinocultura, Erva Mate, Agricultura (soja, milho e mandioca), Mel de Abelha e Agroindústria.
	Antônio João	Pecuária Bovina, Agricultura, Erva Mate.
	Aral Moreira	Pecuária Bovina, Erva Mate, Agricultura (soja, milho e trigo) e Mel de Abelha.
	Coronel Sapucaia	Pecuária Bovina e Agricultura (soja, milho e mandioca).
	Laguna Carapã	Agricultura (soja, milho e trigo), Avicultura, Suinocultura e Agroindústria.
	Paranhos	Pecuária Bovina, Indústria Moveleira e Agricultura (mandioca e milho).
	Ponta Porã	Pecuária Bovina, Avicultura, Turismo de Compras, Erva Mate, Agricultura (soja, milho, trigo, cana de açúcar e mandioca) e Agroindústria.
	Sete Quedas	Pecuária Bovina e Agricultura (milho, soja e mandioca).
	Tacuru	Pecuária Bovina e Agricultura (milho e soja)

Fonte: SEMAC 2010

Para Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2011a), como os municípios dessa região estão localizados na fronteira com a República do Paraguai, ocorre uma forte influência cultural e econômica com esse país. Ocorre a presença de uma grande área de solos residuais provindos de rocha basáltica da Formação Serra Geral e alguns municípios recobertos com areias residuais ou coluvionares do Grupo Caiuá (Figura 9).



Elaboração: SEMAC/SUPLAN/CPPPM/2011

Figura 9: Mapa Geológico da Região Sul-fronteira no Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2011a.

2.4.3. Região de Grande Dourados

Esta região apresenta onze municípios, do qual o pólo é Dourados. Sua estrutura baseia-se na agropecuária e agroindústria (Quadro 4) e a população total é de 409.845 habitantes (IBGE, 2017).

A região passou por um rápido crescimento econômico fundamentado na exploração de grandes lavouras (soja, milho e trigo) e na exploração da pecuária. Ela possui indústria de apoio ao agronegócio, de embalagens, têxteis e confecções, também apresenta empresas esmagadoras de soja, usinas de açúcar e álcool, frigoríficos bovinos, de aves e suínos, a pecuária de corte e a agricultura de soja, milho e trigo predominam no setor agropecuário, além da piscicultura (, 2010).

Quadro 4: Potencialidades Produtivas da Região da Grande Dourados no Mato Grosso do Sul.

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Agroindústria, Serviços, Piscicultura, Turismo, Indústria, Pecuária de Leite, Pecuária de Corte, Agricultura.	Caarapó	Pecuária Bovina, Avicultura, Suinocultura, Agricultura (soja, milho, cana-de-açúcar) e Agroindústria.
	Deodápolis	Produção de Leite, Bicho da Seda (casulo), Avicultura e Suinocultura e Agricultura (soja, milho, mandioca).
	Douradina	Avicultura e Suinocultura, Cinturão Verde (hortifruticultura) e Agricultura (soja e milho).
	Dourados	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Avicultura, Suinocultura, Agricultura (soja, milho, cana-de-açúcar), Cinturão Verde (hortifrutigranjeiro), Mel de Abelha, Agroindústria, Serviços e Comércio.
	Fátima do Sul	Avicultura, Suinocultura e Agroindústria.
	Glória de Dourados	Avicultura e Suinocultura, Produção de Leite, Bicho da Seda (casulo) e Mel de Abelha.
	Itaporã	Avicultura e Suinocultura, Piscicultura, Cinturão Verde (hortifrutigranjeiro) e Agricultura (soja, milho e arroz).
	Jatei	Pecuária Bovina, Suinocultura, Avicultura, Produção de Leite, Agricultura (soja e milho) e Agroindústria.
	Maracaju	Pecuária Bovina, Suinocultura, Avicultura, Turismo de Eventos, Agricultura (cana-de-açúcar, soja, milho) e Agroindústria.
	Maracaju	Agricultura (soja, milho, trigo, cana-de-açúcar), Pecuária Bovina.
	Rio Brilhante	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Avicultura, Suinocultura, Mel de Abelha, Agricultura (cana-de-açúcar, soja, milho, arroz e trigo) e Agroindústria.
	Vicentina	Suinocultura e Avicultura, Agricultura (cana-de-açúcar) e Turismo Religioso e Agroindústria.

Fonte: SEMAC 2010

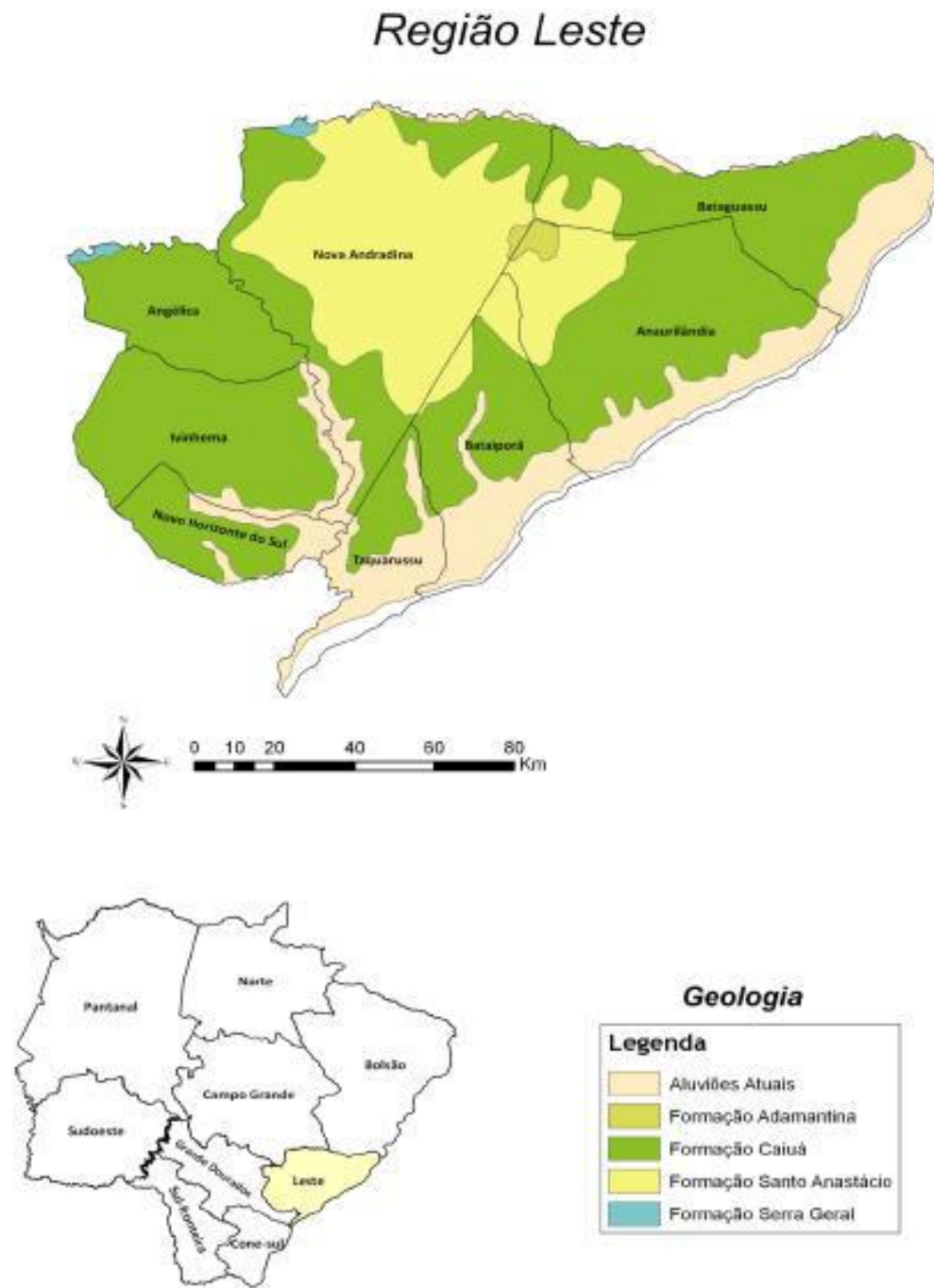
Essa região (Figura 10) expõe rochas extrusivas que por insistência da água produziu espessos solos latossólicos distroféricos e raros eutroféricos, os

Quadro 5: Potencialidades Produtivas da Região Leste no Mato Grosso do Sul.

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Agroindústria, Agricultura, Silvicultura, Agricultura Familiar, Pecuária de Corte. Fonte: SEMAC 2010	Anaurilândia	Pecuária Bovina
	Angélica	Pecuária Bovina, Mel de Abelha, Agricultura (cana-de-açúcar, mandioca e soja) e Agroindústria.
	Bataguassu	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Silvicultura (floresta de eucalipto) e Agroindústria.
	Batayporã	Pecuária Bovina, Agricultura (cana-de-açúcar, soja e milho) e Agroindústria.
	Ivinhema	Pecuária Bovina, Suinocultura, Produção de Leite, Mel de Abelha, Bicho da Seda (casulo), Agricultura (cana-de-açúcar e mandioca), Agroindústria (principalmente ligadas aos subprodutos da mandioca) e instalação de usina de álcool e açúcar.
	Nova Andradina	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Mel de Abelha, Agricultura (cana-de-açúcar, mandioca, soja e milho), Indústria, Agroindústria, com destaque para o pólo de pecuária de corte e agroindústria frigorífica e Curtume.
	Novo Horizonte do Sul	Pecuária Bovina, Bicho da Seda (casulo) e Agricultura (mandioca).
	Taquarussu	Pecuária Bovina e Agricultura (cana-de-açúcar, soja e milho).

Segundo Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2011a), os municípios desta região estão inseridos na Região Hidrográfica do Paraná, sobre rochas arenosas/quartzosas alteradas para residuais coluvionares de areia fina a média, extremamente vulneráveis à erosão, sendo rochas do aquífero Caiuá, arenitos indiferenciados no estado (Figura 11).

Apesar desta área se tratar um grande potencial agropecuário, principalmente por suas condições naturais de relevo, solo e clima, registra-se a degradação dos olhos e a consequente queda da capacidade de suporte das pastagens.



Elaboração: SEMAC/SUPLAN/CPPPM/2011

Figura 11: Mapa Geológico da Região Leste no Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2011a.

2.4.5. Região do Borsão

Esta região possui dez municípios, dos quais o município pólo é Três Lagoas. Sua estrutura produtiva é a pecuária e a indústria (Quadro 6), e nos últimos anos vem se esforçando para diversificar sua economia com a expansão de polos industriais, onde se destacam os municípios de Três Lagoas e Aparecida do Taboado. A população total nessa região é de aproximadamente 278.680 habitantes (IBGE, 2017).

Quadro 6: Potencialidades Produtivas da Região do Bolsão em Mato Grosso do Sul:

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Pecuária de Corte, Pecuária de Leite, Silvicultura, Agroindústria, Indústria, Turismo, Cerâmica. Fonte: SEMAC 2010	Água Clara	Pecuária Bovina, Avicultura, Agricultura (soja) e Silvicultura (eucalipto, pinus e carvão vegetal)
	Aparecida do Taboado	Pecuária Bovina, Avicultura, Agricultura (cana-de-açúcar), Agroindústria e Turismo em áreas alagadas de Usina
	Brasilândia	Pecuária Bovina, Suinocultura, Agricultura (cana-de-açúcar) e Agroindústria
	Cassilândia	Pecuária Bovina, Atrativo turístico (cachoeira e balneários), Mel de Abelha e Agroindústria
	Chapadão do Sul	Pecuária Bovina, Agricultura (soja, milho, algodão, sorgo e cana-de-açúcar), Mel de Abelha, Suinocultura e Agroindústria
	Inocência	Pecuária Bovina e Agroindústria
	Paranaíba	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Avicultura, Agricultura (cana-de-açúcar) e Agroindústria
	Santa Rita do Pardo	Pecuária Bovina, Agricultura (cana-de-açúcar) e Agroindústria
	Selvéria	Pecuária Bovina, Agricultura (cana-de-açúcar) e Silvicultura (eucalipto)
	Três Lagoas	Pecuária Bovina, Produção de Leite, Silvicultura (eucalipto e pinus), Indústria, Agroindústria, Geração de energia elétrica, Serviços e Turismo contemplativo (áreas alagadas de Usina)

A região do Bolsão está localizada a nordeste do estado, estando totalmente inserida na Região Hidrográfica do Rio Paraná (Figura 12). Nessa região, as coberturas arenosas mesozoicas indicam alta vulnerabilidade à erosão e são aflorantes as rochas e solos residuais do Aquífero Bauru.

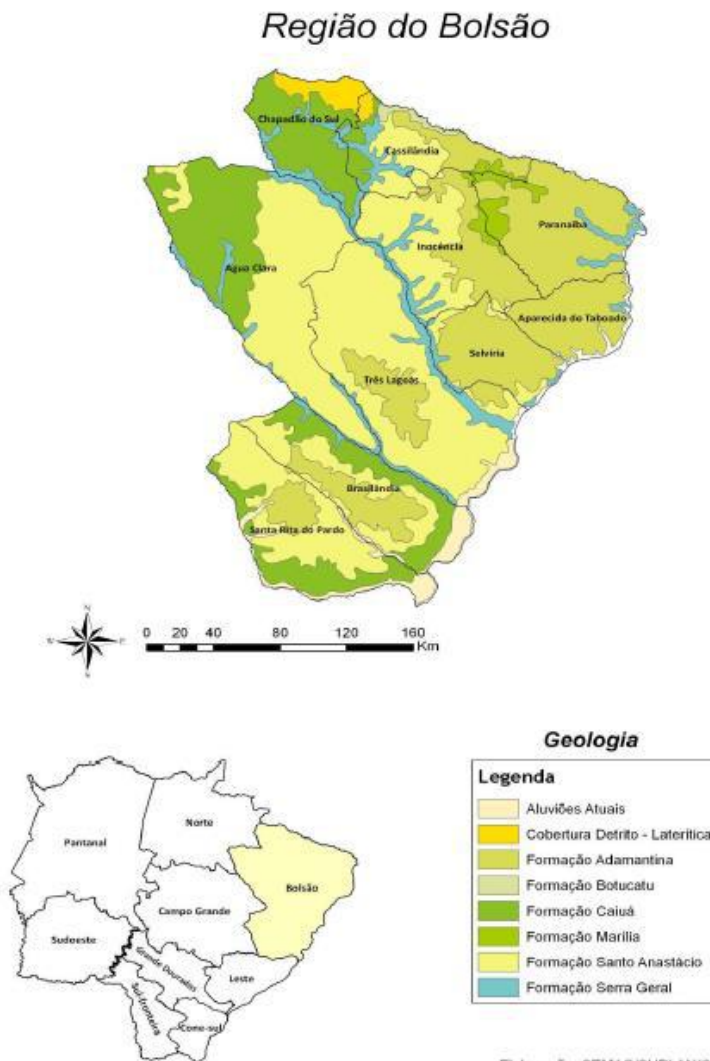


Figura 12: Mapa Geológico da Região do Bolsão no Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2011a.

2.4.6. Região de Campo Grande

Nesta região estão presentes dez municípios, onde Campo Grande é o município pólo e a estrutura produtiva é a indústria, o comércio, os serviços e a silvicultura.

Os municípios Corguinho, Dois Irmãos do Buruti, Rochedo e Terenos foram excluídos por não fazerem parte da Região Hidrográfica do Rio Paraná e sim da Região Hidrográfica do Pantanal, a qual não se aplica a este trabalho, sendo assim, população total na região excluindo estes municípios é de 987.252 habitantes (IBGE, 2017).

Quadro 7: Potencialidades Produtivas da Região de Campo Grande em Mato Grosso do Sul:

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Indústria, Agroindústria, Serviços, Hortifrutigranjeiro, Agricultura, Silvicultura, Pecuária de Corte, Pecuária de Leite, Turismo e Eventos	Bandeirantes	Pecuária Bovina, Avicultura, Produção de Leite, Agricultura (soja e milho) e Agroindústria
	Campo Grande	Pecuária Bovina, Suinocultura, Avicultura, Cinturão Verde (Hortifrutigranjeiro), Produção de leite, Agricultura, Silvicultura (eucalipto), Indústria, Agroindústria, Serviços, Comércio e Turismo de eventos
	Jaraguari	Pecuária Bovina, Avicultura, Cinturão Verde (Hortifrutigranjeiro), Produção de Leite e Agroindústria
	Nova Alvorada do Sul	Pecuária Bovina, Agricultura (cana-de-açúcar, soja e milho) e Agroindústria
	Ribas do Rio Pardo	Pecuária Bovina, Silvicultura (eucalipto, pinus e carvão vegetal), Agroindústria, Indústria Siderúrgica e Cerâmica
	Sidrolândia	Pecuária Bovina, Produção de leite, Avicultura, Bicho-da-Seda (Casulo), Agricultura (soja, milho e cana-de-açúcar), Agroindústria e Indústria
Fonte: SEMAC 2010		

A grande importância dessa região na Gestão dos Recursos Hídricos está na associação das importantes unidades físicas naturais: as Regiões Hidrográficas Paraguai, rio Miranda e Paraná, rio Pardo. Grande parte dos municípios está coberta pela Formação Caiuá, pertencente ao Grupo Bauru e pela Formação Serra Geral (Figura 13).

Foram excluídos os municípios Alcionópolis, Coxim, Pedro Gomes, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, São Gabriel do Oeste e Sonora por não fazerem parte da Região Hidrográfica do Rio Paraná, totalizando uma população de 36.880 habitantes (IBGE, 2017).

A região possui uma produção de soja, milho e algodão, tendo também frigoríficos de bovinos, suínos e ovinos, além do turismo ecológico e a indústria beneficiadora de algodão também estão presentes (SEMAC, 2010).

Quadro 8: Potencialidades Produtivas da Região do Norte em Mato Grosso do Sul:

POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DA REGIÃO	MUNICÍPIOS	POTENCIALIDADES PRODUTIVAS DOS MUNICÍPIOS
Agricultura, Pecuária. Fonte: SEMAC 2010	Camapuã	Agricultura (grãos, cana-de-açúcar, mandioca), Pecuária, Laticínios, Mel de Abelha.
	Costa Rica	Pecuária Bovina, Agricultura (soja, milho, algodão e cana-de-açúcar), Mel de Abelha, Suinocultura, Turismo (cachoeiras e balneários) e Agroindústria.
	Figueirão	Pecuária Bovina

Conforme Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2011a), essa região apresenta uma diversidade bastante grade de formações rochosas, tendo afloramento do aquífero Guarani (Formação Botucatu/Piramboia) (Figura 14).

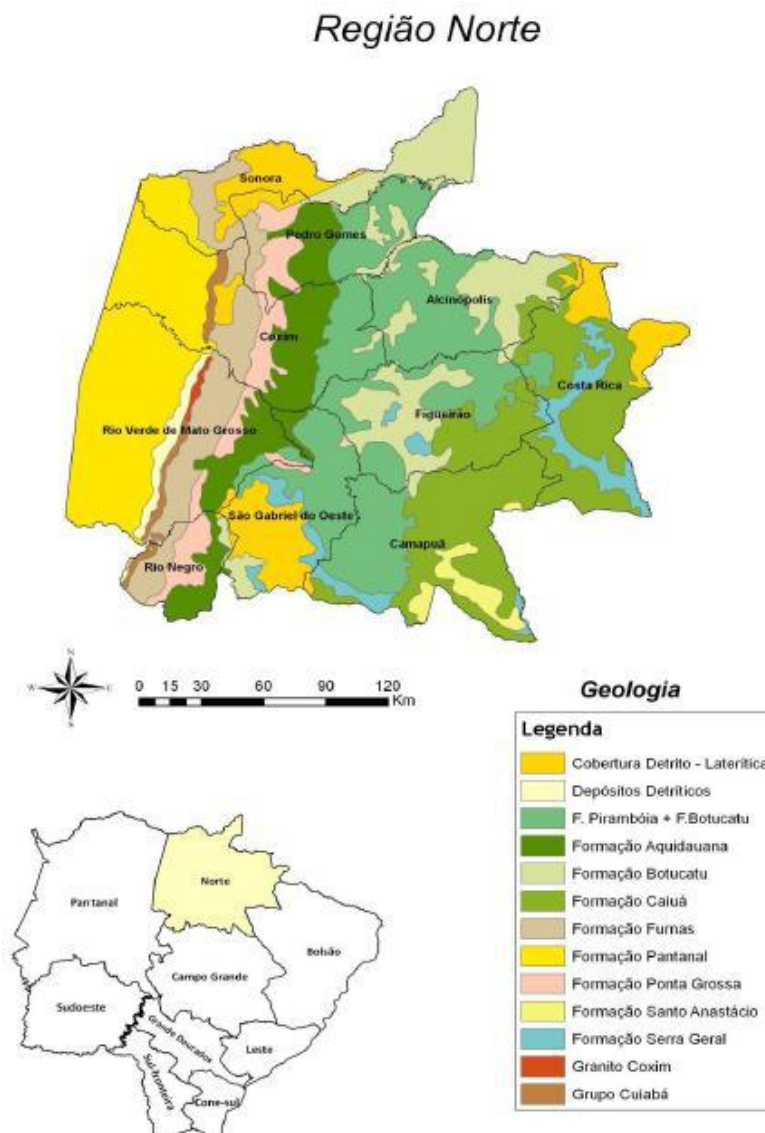


Figura 14: Mapa Geológico da Região Norte em Mato Grosso do Sul. Fonte: SEMAC 2011a.

2.5. Materiais

Para a confecção deste trabalho, foram utilizadas planilhas do software Excel, as quais foram elaboradas com dados obtidos no Serviço Geológico Do Brasil, Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2018). As planilhas se referiam a cada município com dados dos seus determinados poços catalogados no SIAGAS (Figura 15), totalizando um total de 981 poços na Região Hidrográfica do Paraná.

A partir das planilhas elaboradas foram gerados gráficos com número de poços, vazão após a estabilização do poço, a situação e o uso de cada poço perfurado no Estado. Os gráficos identificando o uso e a situação de cada poço por região foram elaborados exatamente com os nomes fornecidos pelo Sistema, de

modo que ressaltasse a não filtragem dos dados, já que alguns itens apresentados dentro dos gráficos, apesar de possuir nomes diferentes, tem o mesmo significado.

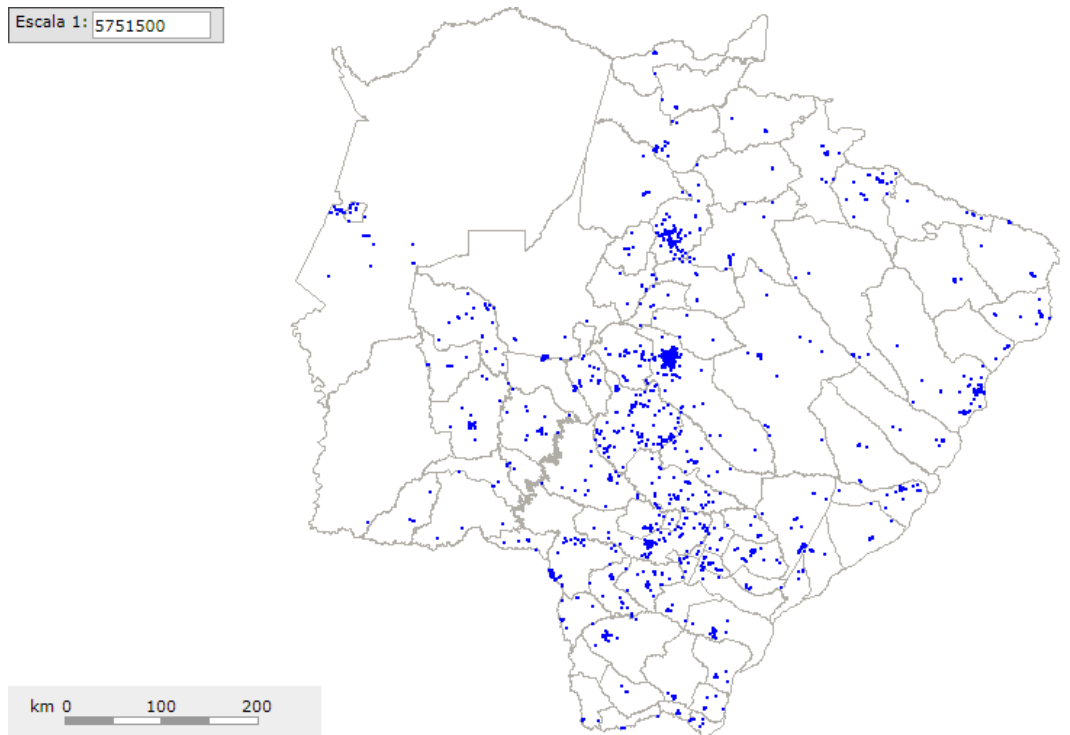


Figura 15: Poços catalogados pelo SIAGAS no Estado do Mato Grosso do Sul. Fonte: SIAGAS (2018).

2.6. As Reservas de Água Subterrânea nos Aquíferos

As reservas renováveis e explotáveis calculadas para a região Hidrográfica do Paraná são respectivamente de 23.988,8 e 4.797,8 milhões de m³/ano. Nesta região estão presentes os aquíferos Bauru-Caiuá e Serra Geral, além de se utilizar as áreas de afloramento do Guarani (SEMAC, 2010).

2.6.1. Aquífero Bauru-Caiuá

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá (SABC) é composto por rochas sedimentares de idade cretácea superior, que compõem o último episódio significativo de deposição sobre a Bacia do Paraná.

No Mato Grosso do Sul são identificadas as litologias relacionadas ao Grupo Caiuá indiviso e à Formação Santo Anastácio, além daquelas associadas às formações Vale do Rio Peixe e Marília, pertencentes ao Grupo Bauru. O sistema

aquífero Bauru-Caiuá neste estado é responsável pelo escoamento regional das águas de rios importantes como o Pardo, Verde e Sucuriú.

O Grupo Bauru é constituído por arenitos finos e mal selecionados na base e por arenitos argilosos e calcíferos no topo. O Grupo Caiuá é formado por arenitos de muito fino, quartzosos, bem selecionados, com coloração de marrom-avermelhada a arroxeadada, grãos com brilho fosco e películas de óxido de ferro e está assentado sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral (MMA, 2016).

Os dados hidrodinâmicos do sistema aquífero Bauru-Caiuá são apresentados (Tabela 1), separados por unidades aquíferas, em estudo realizado pela SANESUL/TAHAL (1998). Este estudo destacou a ocorrência de poços com capacidade específica muito elevada nos municípios de Bataguassu (BAT-006) e Ivinhema (IVI-003). No município de Ivinhema também são registradas altas transmissividades, alcançando 642 m²/d.

Tabela 1. Principais parâmetros hidrodinâmicos do Sistema Aquífero Bauru Caiuá no Estado do Mato Grosso do Sul.

PARÂMETRO	AQUÍFERO CAIUÁ	AQUÍFERO SANTO ANASTÁCIO	AQUÍFERO ADAMANTINA	AQUÍFERO MARÍLIA
Profundidade (m)	150	150	100	-
Capacidade Específica (m ³ /h/m)	1,5	13 a 8,8	<1,0	0,01 a 0,1
Vazão (m ³ /h)	62,5	5 a 100	2,0 a 18,0	25,0 a 75,0
Transmissividade (m ² /d)	200	73 a 380	<10	-
Condutividade Hidráulica (m/d)	1,5	1,0 a 3,9	-	-

Fonte: SANESUL/TAHAL (1998).

Os dados hidroquímicos no estado estão apresentados na Tabela 2, reunidos pela SANESUL/TAHAL (1998). Os mesmo resultados foram apresentados pela SEMAC (2010) ressaltando a não existência de rede de monitoramento no estado que possibilite a determinação da qualidade das águas subterrâneas e a evolução de parâmetros indicativos.

Tabela 2. Principais características hidroquímicas para as águas do Aquífero Bauru-Caiuá no Estado do Mato Grosso do Sul.

PARÂMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
STD (mg/L)	-	-
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	80,0	120,0
Cálcio (mg/L)	12,0	35,0
Magnésio (mg/L)	2,0	8,0
Sódio (mg/L)	2,0	93,0
Potássio (mg/L)	2,0	10,0
Bicarbonato (mg/L)	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-
Cloreto (mg/L)	1,0	10,0
pH	6,5	7,0
Tipo predominante	-	

Fonte: SANESUL/TAHAL (1998).

No estado, o sentido regional de fluxo é de oeste para leste. As cotas potenciométricas são da ordem de 650 a 600 metros na borda ocidental, nas proximidades do município de Campo Grande e decresce para cerca de 250 metros próximo à calha do rio Paraná, a leste. Internamente, o fluxo se dá em direção aos principais rios como o Sucuriú, Pardo e Verde, sendo o aquífero responsável por manter o nível de base dos mesmos.

De acordo com o SEMAC (2010), apesar de apresentar taxas de reservas renováveis e exploráveis (Tabelas 3 e 4) para o sistema aquífero Bauru-Caiuá, os dados contidos não devem ser usados como referência, apenas como uma aproximação, tendo em vista uma extrema necessidade de se desenvolver estudos específicos que permitam cálculos mais precisos. Para esta estimativa, foi considerada uma taxa de infiltração de 10%. As reservas permanentes não foram determinadas devido à ausência de dados sobre a espessura e as respectivas porosidades efetivas dos aquíferos.

Tabela 3. Disponibilidade de água subterrânea para o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá no Estado do Mato Grosso do Sul.

Aquífero	Área de recarga (km ²)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva explorável (m ³ /ano)
Bauru	134.550,1	19.597 x 10 ⁶	3.920 x 10 ⁶

Fonte: SEMAC (2010).

Tabela 4. Reserva de água subterrânea para o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá por Unidade de Planejamento e Gerenciamento-UPG.

UPG	Precipitação média anual (m ³)	SAB (milhões de m ³ /ano)
Iguatemi	1.603	301,60
Amambai	1.592	220,50
Ivinhema	1.471	627,70
Pardo	1.424	906,30
Verde	1.398	648,70
Sucuriú	1.519	732,60
Quitéria	1.203	116,60
Santana	1.501	117,60
Aporé	1.861	86,30
Total	3.757,90	

Fonte: SEMAC (2010).

2.6.2. Aquífero Serra Geral

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) é composto por uma sequência de derrames basálticos e arenitos intertrapeanos, de idade jurocretácica. Constitui um aquífero de porosidade por fissuras, anisotrópico, com fluxo de água ocorrendo predominantemente em superfícies de descontinuidade horizontal, representadas pelas zonas de topo e de base dos derrames, contato interderrames, e/ou verticais, nos planos de disjunção colunar, observados no centro dos derrames. Nas frentes de derrame, também ocorre o fluxo vertical (MMA, 2016).

O contato inferior dessa formação é discordante com os arenitos eólicos da Formação Botucatu e o contato superior é discordante com os Grupos Caiuá e Bauru.

No Estado do Mato Grosso do Sul, o SASG representa um dos principais aquíferos devido a sua área de afloramento estar localizada em uma das microrregiões mais densamente habitadas do Estado: Campo Grande e Dourados, que concentram cerca de 60% da população estadual (MMA, 2016).

O aquífero apresenta-se geralmente com características de aquífero livre e/ou semiconfinado, em função da existência de conexões verticais entre os diversos níveis horizontalizados. A PERH-MS (SEMAC, 2010) considerou que a infiltração do Aquífero Serra Geral é de 8% e a sua reserva explotável foi considerada como 20% da reserva renovável. Municípios importantes do estado têm como fonte de água para abastecimento público, principal ou secundária, poços perfurados no Aquífero Serra Geral, destacando-se Campo Grande, Dourados, Ponta Porã, Caarapó, Sidrolândia e outras.

No estudo do MMA (2016) alguns parâmetros hidrogeológicos são apresentados. As vazões encontradas foram de 0,30 a 144 m³/h, cuja média foi de 21,88 m³/h. As capacidades específicas variam de 0,03 a 50 m³/h/m, com valor médio de 2,07 m³/h/m.

A classificação hidroquímica das águas do Sistema Aquífero Serra Geral indica a predominância de águas bicarbonatadas cálcicas ou cálcio-magnesianas, entretanto em algumas localidades, como Fátima do Sul e Rio Brilhante, bicarbonatados cálcio-sódicos são observados, pressupondo uma contribuição do Sistema Aquífero Guarani sotoposto (MMA, 2016).

2.6.3. Aquífero Guarani

No Estado do Mato Grosso do Sul, o Sistema Aquífero Guarani (SAG) encontra-se aflorante somente em uma faixa de direção NE com largura máxima de 120 km, abrangendo a cidade de Alcinópolis a NE e a cidade de Antônio João a SW. O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é formado por arenitos das formações Piramboia, na base, e Botucatu, no topo. A Formação Piramboia é formada por arenitos de granulação média a fina, localmente grossos e conglomeráticos. Apresenta estratificação plano-paralela, com lâminas ricas em argila ou silte. A Formação Botucatu é constituída predominantemente por arenitos de granulação média a fina, avermelhados, com grãos de alta esfericidade e bem selecionados, apresentando estratificação cruzada de grande porte.

As rochas do sistema Guarani estão capeadas no topo pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, a qual apresenta, em sua base, intertraps de arenitos da Formação Botucatu, com espessuras variáveis, fato que dificulta o estabelecimento do limite estratigráfico entre as duas unidades. Os arenitos vermelhos a róseos-claros da Formação Aquidauana, Grupo Tubarão, aparecem sotopostos ao SAG (Figura 16).

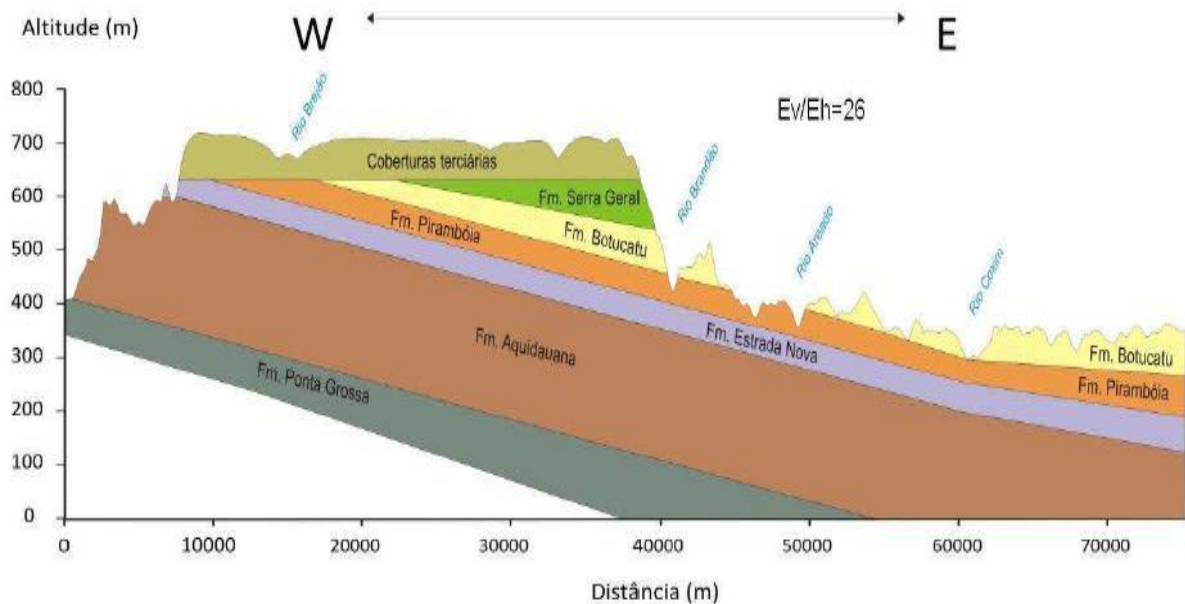


Figura 16: Seção geológica esquemática da Bacia do Paraná na região de São Gabriel do Oeste (MS). Fonte: ANA, 2016.

De acordo com SANESUL/TAHAL (1998), as estimativas e determinações dos parâmetros hidrodinâmicos indicam os seguintes valores característicos:

- i. Permeabilidade: varia de 3,5 a 5,18 m/dia. Entretanto, o valor médio de 2,25 m/dia foi encontrado por Silva (1983) a partir de datações de isótopos radiativos do Carbono-14;
- ii. Transmissividade: varia de 150 a 1.296 m²/dia;
- iii. Coeficiente de armazenamento: entre 0,10 e 0,25 no aquífero livre e entre 2×10^{-4} a 10^{-6} , no confinado;
- iv. Capacidade específica: apresenta valor médio aproximado de 4,5 m³/h/m;
- v. Porosidade média: 16 a 17%

Ainda de acordo com SANESUL (2008), trabalhos efetuados estabeleceram como valores característicos: condutividade elétrica de 20 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na área aflorante e de 870 $\mu\text{S}/\text{cm}$, na área mais confinada; pH de 6,5 a 9,5 e temperatura de 22 a 44,5°C, que aumentam no sentido do confinamento; cálcio de 2 a 30 mg/L, magnésio de 1 a 8 mg/L, sódio de 0,3 a 170 mg/L e potássio menor que 2 mg/L.

As variações das fácies hidroquímicas dentro do SAG no Estado do Mato Grosso do Sul (de bicarbonatadas cálcicas para bicarbonatadas sódicas), mostram

uma tendência de aumento das salinidades a partir das áreas de recarga, situadas ao norte e ao sul do estado, em direção à zona de maior confinamento do aquífero, no centro da Bacia (MMA, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise dos poços inseridos na região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná no Estado do Mato Grosso do Sul

De acordo com a minha pesquisa no SIAGAS, constatou-se a distribuição de 981 poços em 53 municípios, excluindo Coronel Sapucaia, com nenhum poço, provavelmente sendo totalmente abastecido por águas superficiais.

Segundo os dados obtidos na fonte base, os municípios que possuem a maior quantidade de poços perfurados na região são: Sidrolândia, com 94 poços; acapital Campo Grande, com 89 poços, Três Lagoas, com 74 poços e Dourados, com 66 poços. Os municípios com menor número de poços são: Cassilândia, Douradinha, Japorã, Juti e Jaraguari com 4 poços Bandeirantes; Mundo Novo com 3 poços, Tacuru e Vicentina com 2 poços, (Figura 17).

Os poços verificados continham dados de seu uso (Figura 18) e situação (Figura 19) no qual se encontravam. Em primeiro lugar, 469 poços não possuem informação sobre seu uso e isso corresponde a quase 50% dos poços, em contrapartida, dos 512 poços com informações sobre seu uso registradas, a maior parte se destina ao abastecimento urbano, com 350 poços, seguido de 60 poços para abastecimento industrial e 50 poços para abastecimento doméstico. Já em sua situação, não há informação a cerca da situação de 369 poços, entretanto, 394 poços encontram-se bombeando na região.

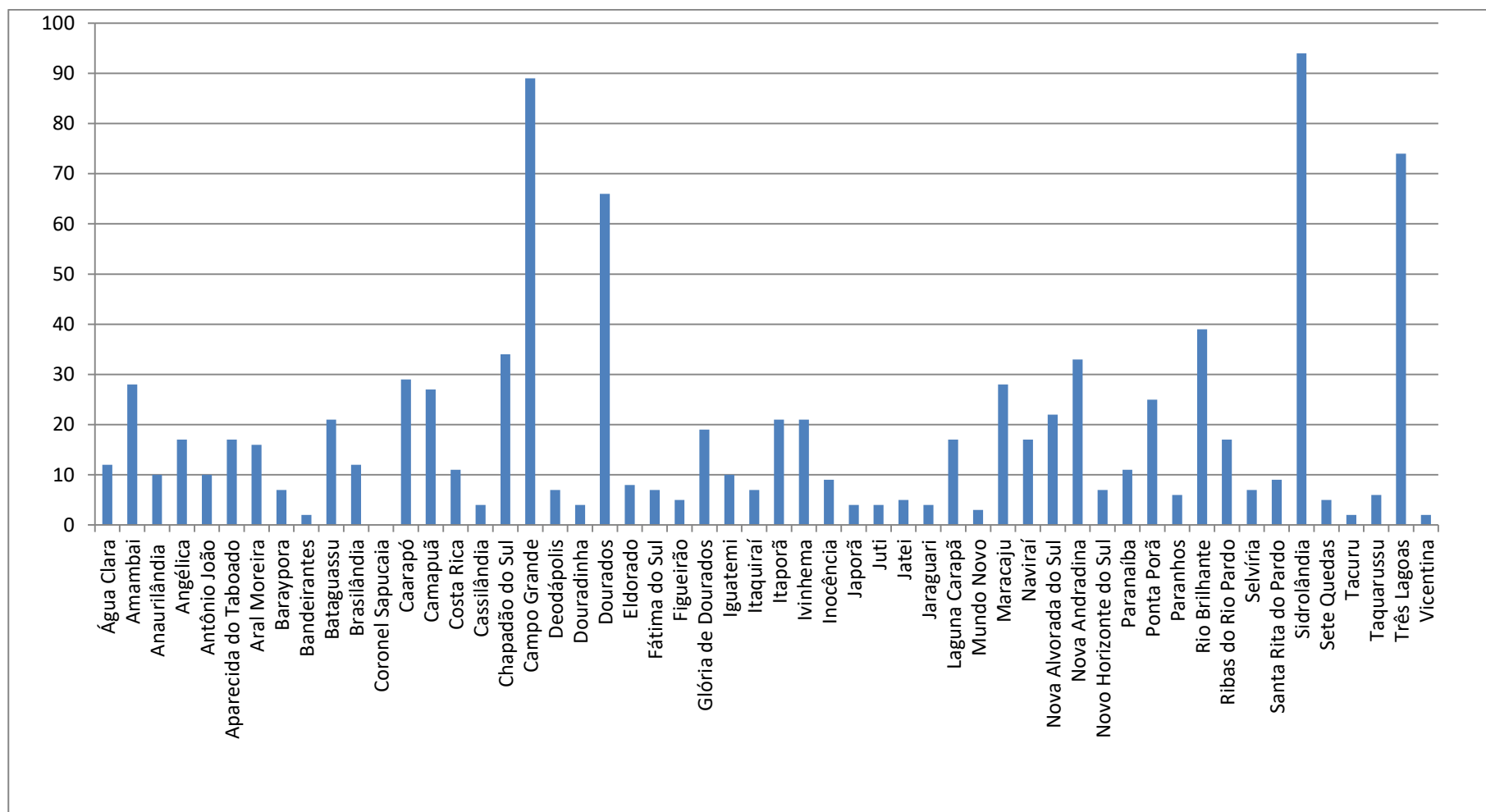


Figura 17: quantidade de número de poços perfurados nos municípios da Região Hidrográfica do Paraná. Fonte: Elaboração própria.

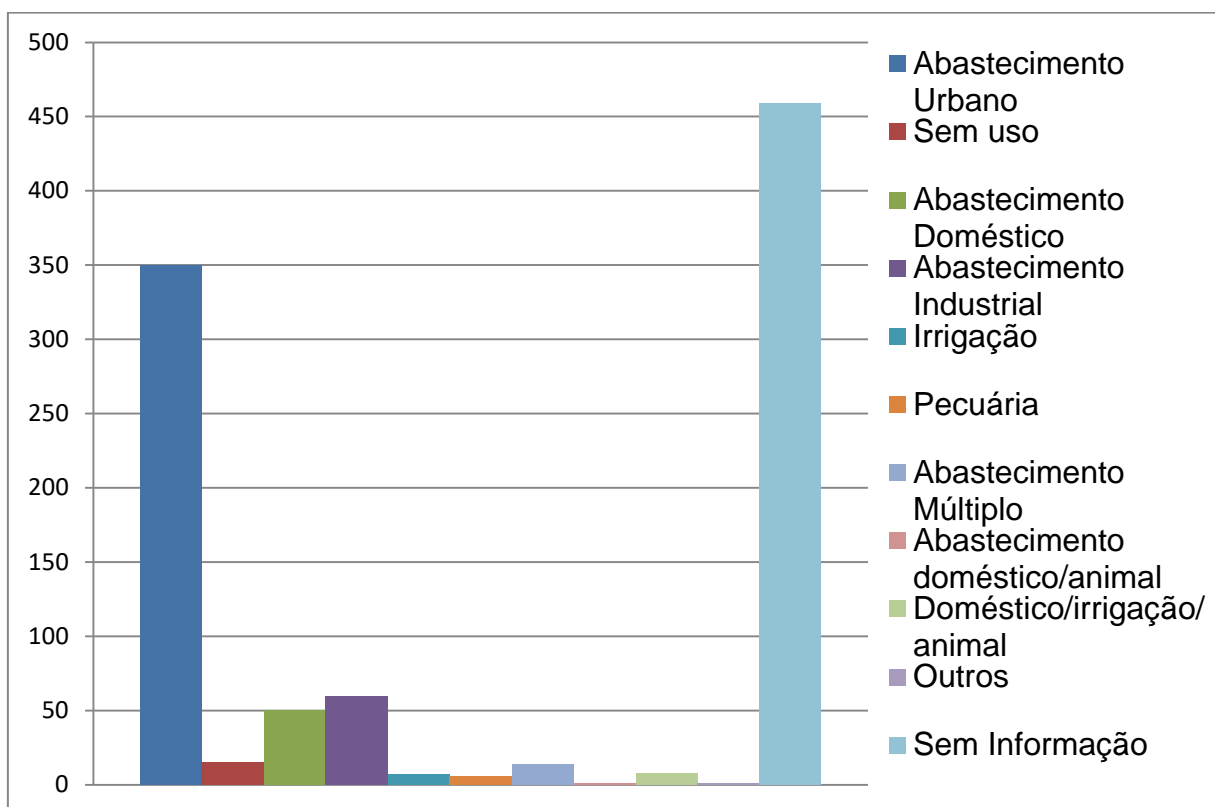


Figura 18: Relação entre a quantidade de poços e seu determinado uso na região. Fonte: elaboração própria.

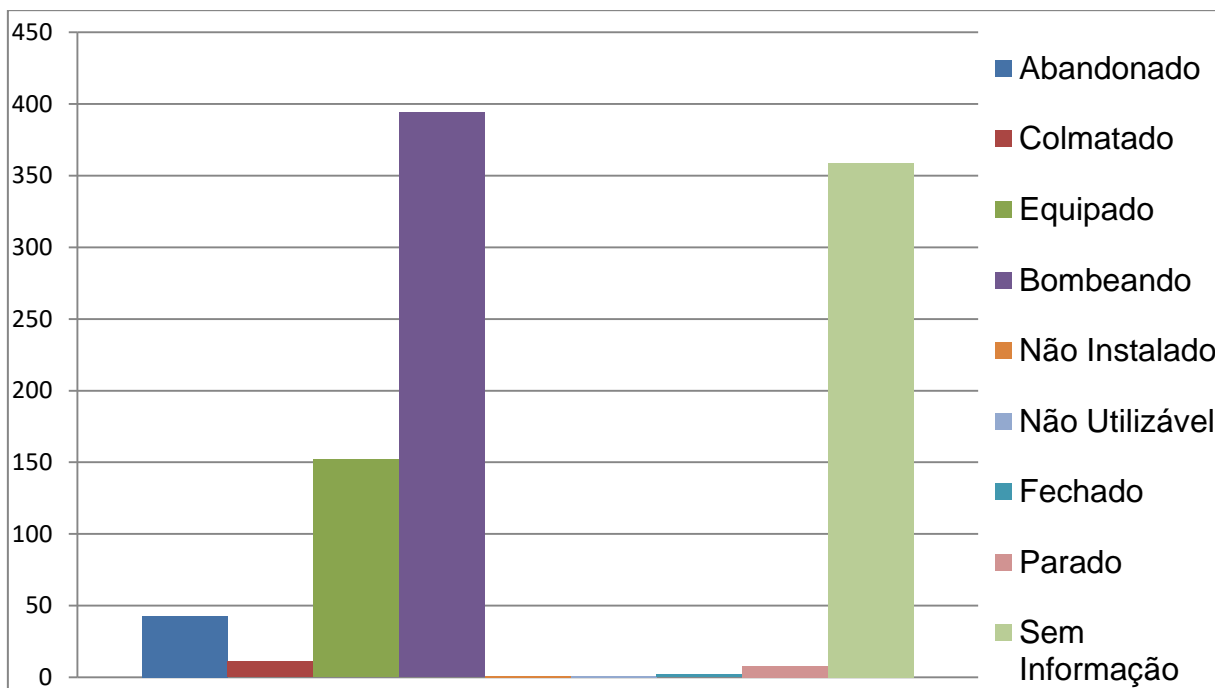


Figura 19: Relação entre a quantidade de poços e sua situação na região. Fonte: elaboração própria.

Para avaliar as vazões presentes foram analisados os 981 poços presentes nos 53 municípios. Foi calculada a média das vazões (m^3/h) para os poços de cada município (o somatório de todas as vazões dividido pelo total de poços no município). A maior vazão média calculada foi no município de Glória de Dourados com $2374,06 \text{ m}^3/\text{h}$, uma vazão extremamente alta, alertando que provavelmente os dados fornecidos pelo SIAGAS de alguns poços estão errados, e a menor vazão média calculada foi no município de Figueirão com $9,72 \text{ m}^3/\text{h}$ (Figura 20).

A vazão explotada por poço nos 52 municípios, (exceto em Coronel Sapucaia abastecido por águas superficiais e Bandeirantes que não continha dados sobre as vazões de seus poços), varia de nula a $500 \text{ m}^3/\text{h}$. As maiores, como dito, estão ao redor de $500 \text{ m}^3/\text{h}$. Apenas nos municípios Glória de Dourados e Laguna Carapã registravam-se, respectivamente, vazões de $23.500 \text{ m}^3/\text{h}$ e $18.900 \text{ m}^3/\text{h}$, possivelmente resultantes de erros de digitação.

As vazões dos poços poss uma variação muito grande. As menores vazões encontradas foram nos municípios de Angélica e Sete Quedas com $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$ e Campo Grande com $0,75 \text{ m}^3/\text{h}$.

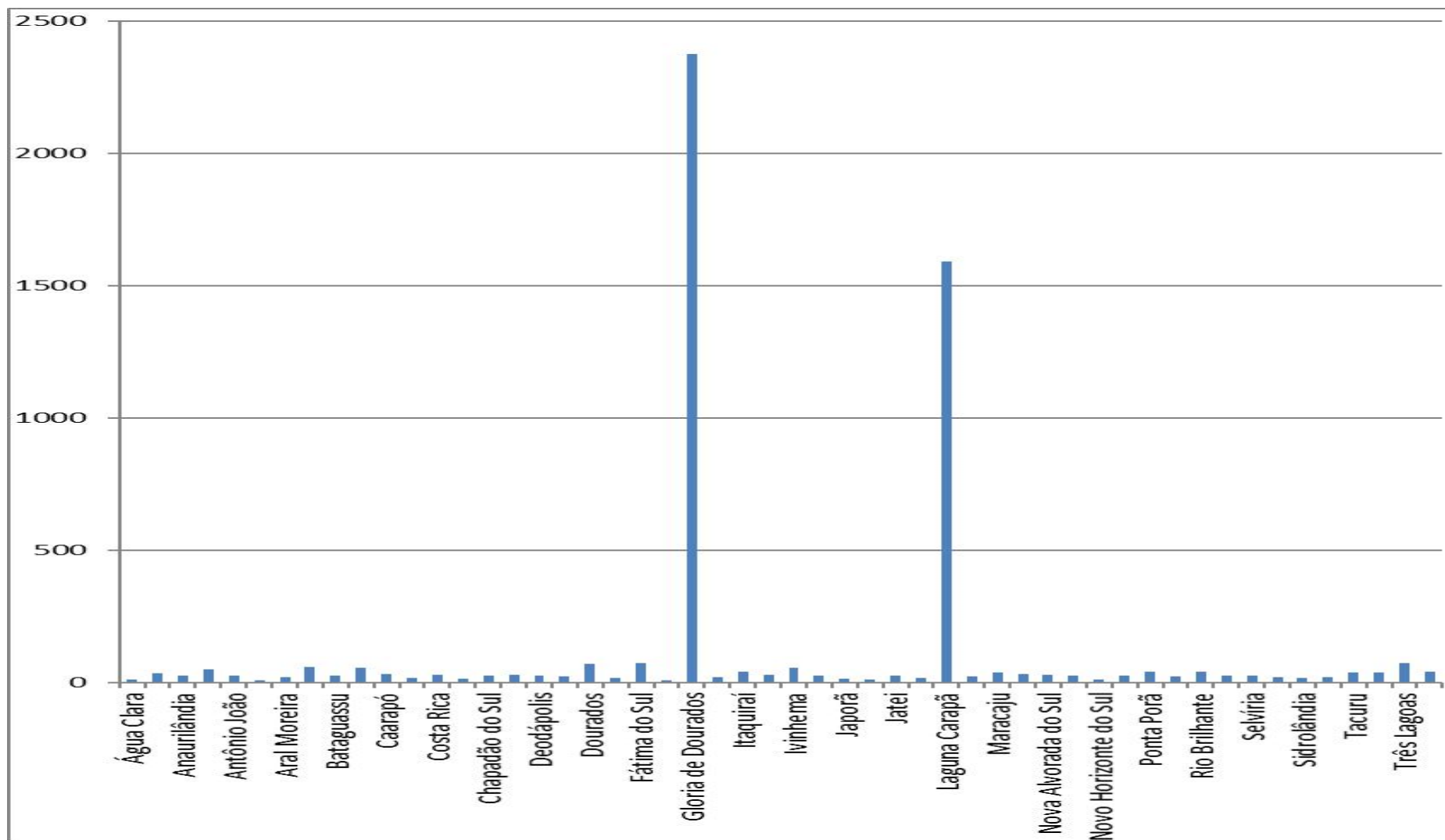


Figura 20: vazão média calculada em cada município. Fonte: elaboração própria.

3.2. Uso dos recursos hídricos e as Regiões de Planejamento:

A água subterrânea no Estado do Mato Grosso do Sul é captada para diversos usos, como agrícola, industrial, doméstico, público, entre outros. A maioria dos poços é para uso urbano-geral localizados, na maioria das vezes, em avenidas. Em segundo lugar, a maior parte dos poços para agrícola-geral estão localizados em assentamentos rurais e em terceiro, os poços para uso industrial estão localizados, em maior quantidade, em frigoríficos e, em sua menor parte, em abatedouros. Por último, a maior parte dos poços de uso potável-doméstico estão localizados em fazendas.

O município de Sidrolândia, apesar de possuir o maior número de poços na região, não apresenta informações sobre os principais dados, como uso e situação, dados geológicos e hidrogeológicos.

Os municípios de Campo Grande, Dourados e Três Lagoas possuem a maior quantidade de poços perfurados nos aquíferos Bauru-Caiuá, Serra Geral e Guarani. Com exceção de Três Lagoas que possui uma maior quantidade de poços perfurados no aquífero Bauru-Caiuá, os outros dois municípios utilizam-se mais do aquífero Serra Geral.

3.2.1. Região do Cone Sul

O número de poços encontrados na Região do Cone-Sul foi de 53 poços, sendo a maior quantidade no município Pólo Naviraí, com 17 poços. A maioria dos poços na região é destinada ao Abastecimento Urbano, com 29 poços (Figura 21).

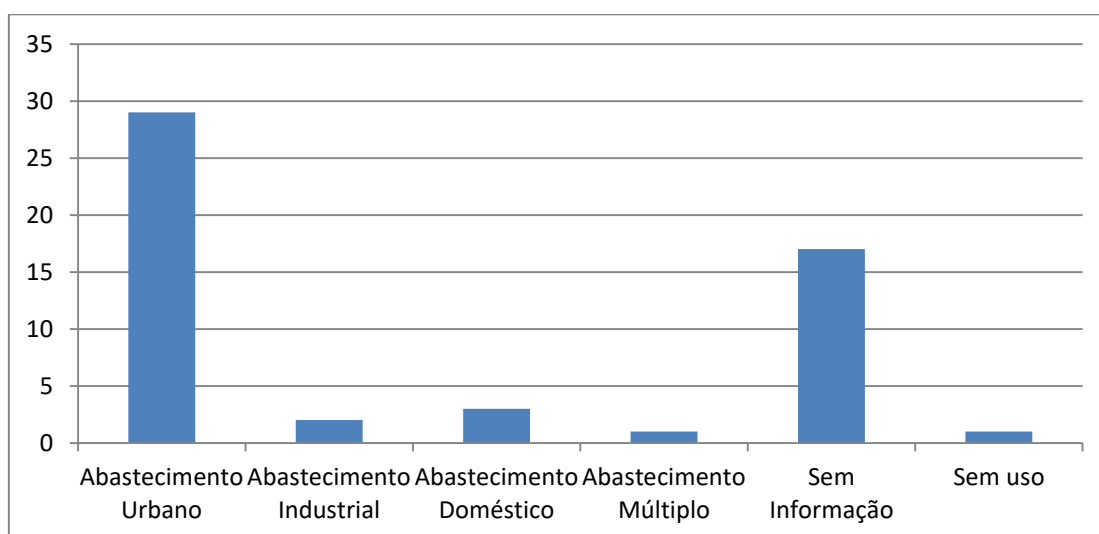


Figura 21: usos da água subterrânea nos municípios da Região Cone-Sul. Fonte: elaboração própria.

3.2.2. Região da Sul-fronteira

Nesta região foram registrados 110 poços, com maior número em seu município Pólo Ponta Porã, com 25 poços. A maioria dos poços é destinada ao Abastecimento Urbano, com 58 poços (Figura 22).

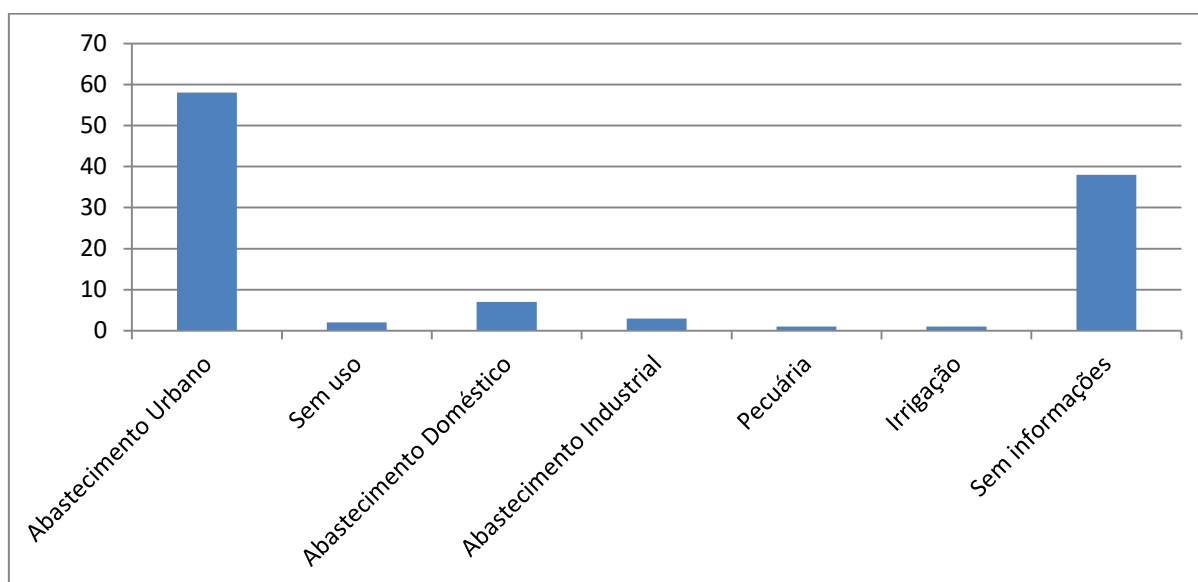


Figura 22: usos da água subterrânea nos municípios da Região Sul-Fronteira. Fonte: elaboração própria.

3.2.3. Região de Grande Dourados

Na região de Grande Dourados foi registrado 227 poços, sendo o maior número registrado no seu município Pólo Dourados, com 66 poços. A maioria dos poços destina-se para o Abastecimento Urbano, com 60 poços (Figura 23).

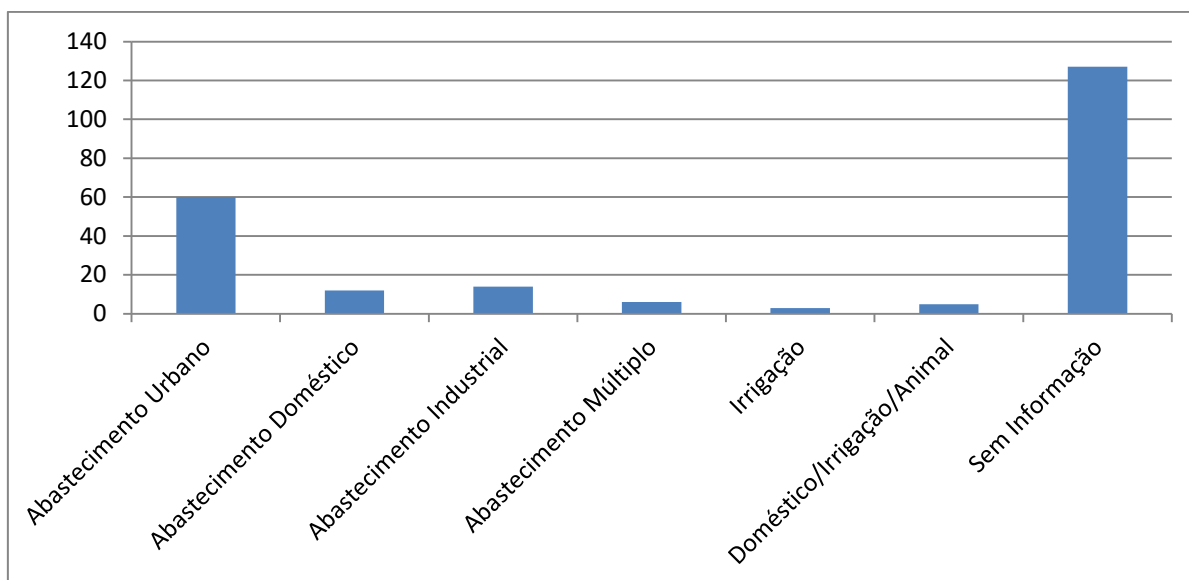


Figura 23: usos da água subterrânea nos municípios da Região de Grande Dourados. Fonte: elaboração própria.

3.2.4. Região do Leste

Na região do leste são registrados 110 poços, com o maior número registrado no município Pólo Nova Andradina, com 33 poços. A maioria dos poços na região do Leste é destinada ao Abastecimento Urbano, com 66 poços (Figura 24).

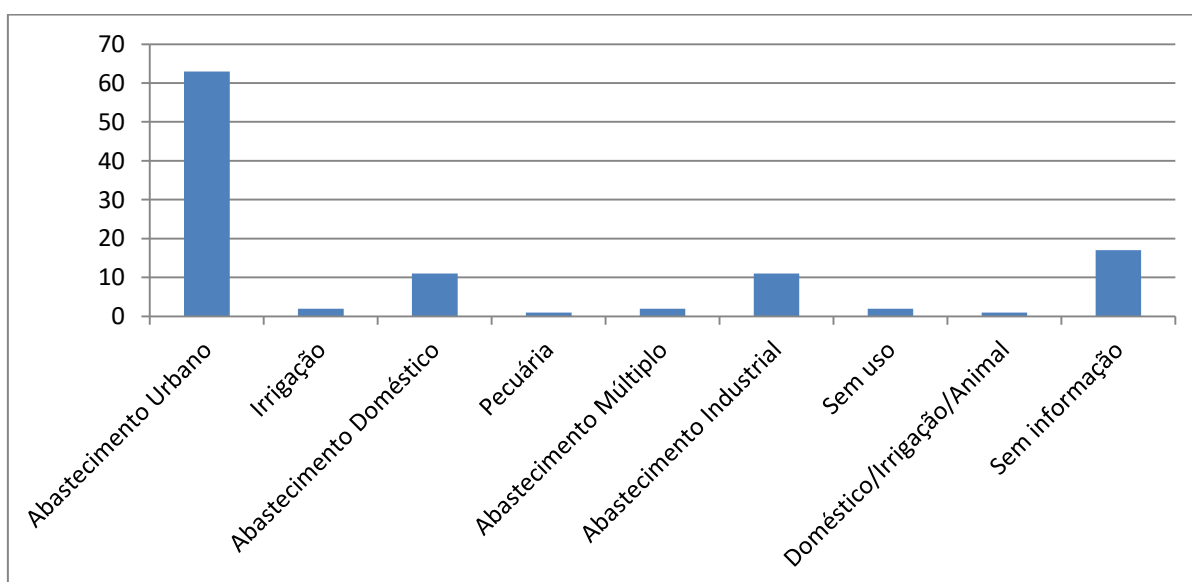


Figura 24: usos da água subterrânea nos municípios da Região Leste. Fonte: elaboração própria.

3.2.5. Região do Bolsão

Nessa região o número de poços encontrados foi de 189 poços, com o maior número de poços presente no município Pólo Três Lagoas, com 74 poços. A maioria dos poços é utilizada para o Abastecimento Urbano, com 68 poços (Figura 25).

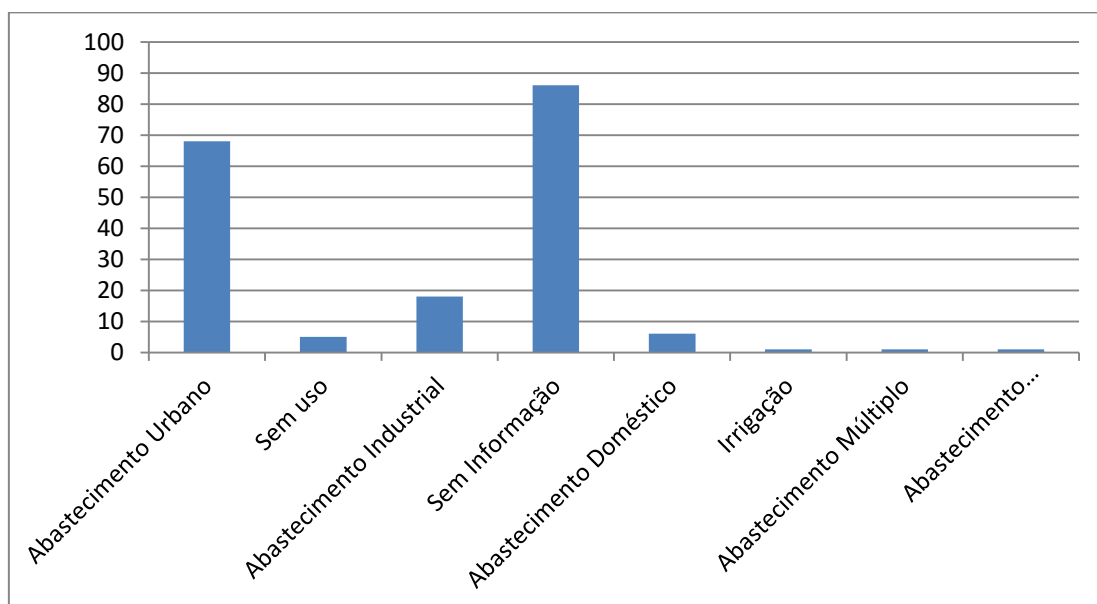


Figura 25: usos da água subterrânea nos municípios da Região do Bolsão. Fonte: elaboração própria.

3.2.6. Região de Campo Grande

O número de poços encontrados na região de Campo Grande inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná foi de 228 poços, com maior número de poços presentes em Sidrolândia e Campo Grande, com, respectivamente, 94 e 89 poços. A maioria dos poços é destinada para o Abastecimento Urbano, com 42 poços (Figura 26).

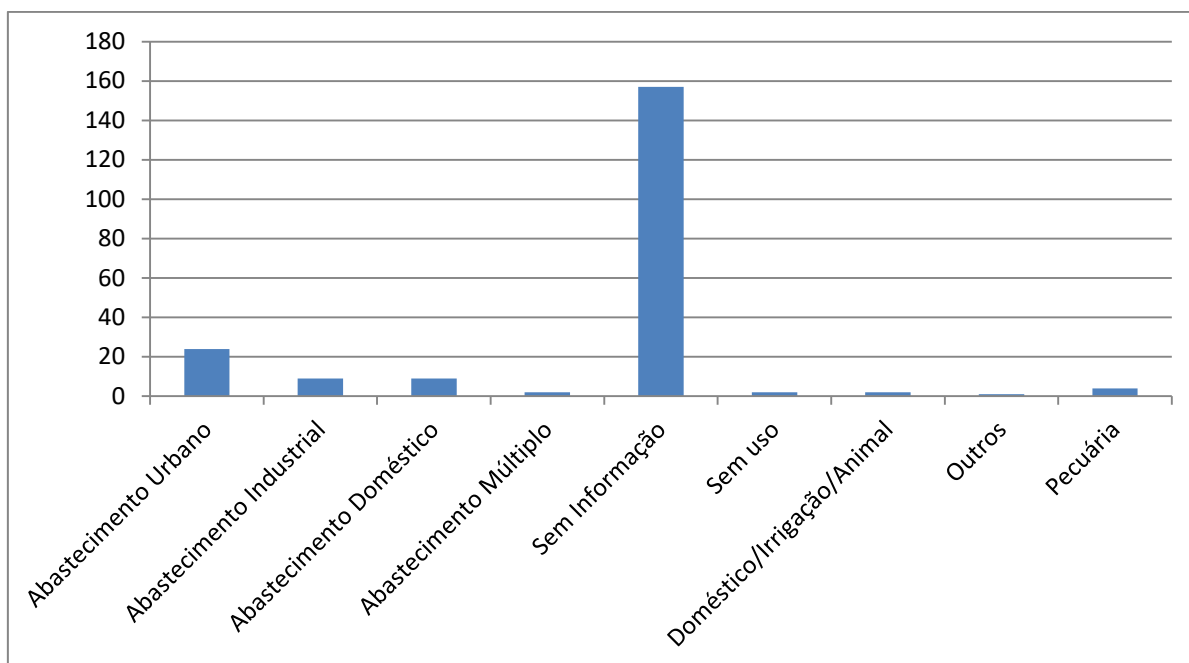


Figura 26: usos da água subterrânea nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná na Região de Campo Grande. Fonte: elaboração própria.

3.2.7. Região do Norte

Na Região do Norte, nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná foi registrado 43 poços, sendo 18 utilizados para Abastecimento Urbano (Figura 27).

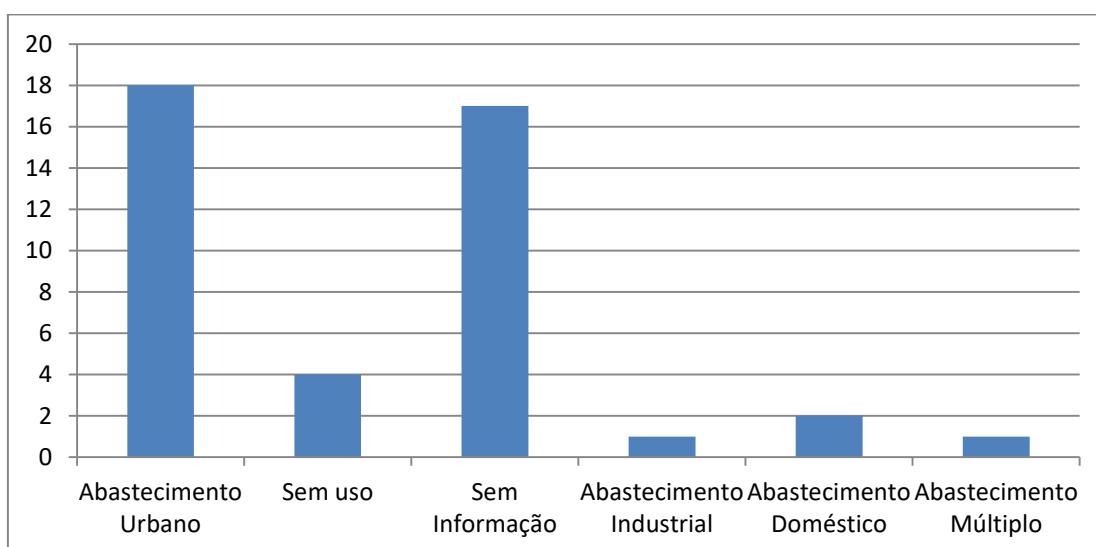


Figura 27: usos da água subterrânea nos municípios inseridos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná na Região Norte. Fonte: elaboração própria.

4. CONCLUSÕES

Com uma análise geral do número de habitantes por município na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Paraná e o número de poços presentes nos municípios são notórios que nem todo município com maior número de habitantes tem um grande número de poços como, por exemplo, os municípios Maracaju, Naviraí e Ponta Porã. Provavelmente esse fato pode ser explicado pela utilização das águas superficiais para suprir a demanda populacional, recorrendo à construção de poços quando necessária ou a ocorrência de poços clandestinos.

As águas subterrâneas providas dos aquíferos inseridos na Bacia do Paraná são utilizadas em todo o Estado do Mato Grosso do Sul, devido a serem aquíferos extensos, profundos e com maior capacidade de retenção de água. Porém, tendo em vista que o Estado do Mato Grosso do Sul não possui redes de monitoramento para as águas subterrâneas, o estado está sob o risco de fontes difusas de contaminação, associadas principalmente ao uso de agrotóxicos e à disposição de esgotos em fossas rudimentares, representando um risco importante à degradação da qualidade das águas subterrâneas, especialmente nos aquíferos de caráter livre tornando extremamente necessária a implementação deste monitoramento.

A região de exposição do aquífero Guarani no Estado do Mato Grosso do Sul possui uma menor vulnerabilidade natural a contaminação quando comparado aos aquíferos Bauru-Caiuá e Serra Geral por ser reconhecida como área de descarga. Quanto ao risco de contaminação, ele se mostra bastante elevado na área de recarga tendo em vista a presença de contaminantes difusos ou pontuais, como agrotóxicos, adubos, indústrias, fossas sépticas etc.

Nota-se necessária uma boa fiscalização na exploração contínua das águas subterrâneas, principalmente nas regiões do aquífero Serra Geral devido a sua exploração contínua. Por ser um aquífero fraturado e fissural, necessita de cuidados para sua exploração, pois a recarga acontece por meio dessas fraturas e fissuras. Os locais com maior registro de fraturas e fissuras apresentam uma maior quantidade de água fornecida, entretanto, nos locais com menor registro, sua reserva de água torna-se prejudicada.

O princípio básico para um estudo hidrogeológico que coincide ao planejamento e à gestão da água é saber a oferta e a demanda desses recursos hídricos. Porém, na hidrogeologia, nem sempre é fácil definir o cálculo das reservas

e disponibilidades, pois envolvem aspectos geológicos e o uso e ocupação do solo, que quase sempre possui interferência humana sobre a quantidade e também a qualidade das águas armazenadas em sub-superfícies. De maneira geral, as sete Regiões de Planejamento inseridas dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná estão em expansão, ressaltando a importância em monitorar a utilização das águas subterrâneas no Estado do Mato Grosso do Sul. Cada aquífero possui valores diferentes para a capacidade de retenção e fornecimento de água, e todos deveriam ser monitorados conforme sua importância e aumento da utilização.

Conforme fica notório nos resultados e discussões do trabalho, a falta de fornecimento e a não filtragem dos dados expostos dificulta a elaboração de qualquer gerenciamento dentro da região. O monitoramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos é fundamental para definir qualquer situação no planejamento e gestão das águas. Para a melhoria do gerenciamento da água subterrânea deve-se fazer uma gestão eficaz da demanda, buscar mecanismos de melhoria da eficácia do uso da água e ter um planejamento do uso e controle das águas superficiais e subterrâneas. Além disso, como os aquíferos contidos no estado se estendem a outros estados e até mesmo países, é necessário estudar as interações que ocorrem entre eles, podendo assim medir o grau de interferência, para assim sejam tomadas medidas emergenciais nas regiões de maior exploração das águas subterrâneas. Essas medidas garantem a condição de sustentabilidade da água e a preservação da qualidade atual e futura.

5. REFERÊNCIAS

- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, O QUE SÃO? ABAS. Disponível em: Acesso em: 10 de setembro 2018.
- ANA. Estudo de Vulnerabilidade Natural à Contaminação e Estratégias de Proteção do Sistema Aquífero Guarani nas Áreas de Afloramento: Relatório Final – Tomo II/ Agência Nacional de Águas. 182p. 2016.
- CAPUCCI *et al.* Poços Tubulares e outras captações de águas subterrâneas – orientação aos usuários. Rio de Janeiro, Brasil: SEMADS, SEINPE, 67p. 2011.
- CPRM (2012) Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná - Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, Vol. 14, 40 p.
- CPRM (2012) Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Guarani nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná – Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, Vol. 15, 39 p.
- Estimativas de população. Disponível em:< www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>Acesso em: 7 de julho 2018. 2017
- DOMINGOS, Sabrina. Reservas subterrâneas são alternativas para água limpa no Brasil. Disponível em:<www.nossasaopaulo.org.br/portal/node/418>Acesso em: 10 de setembro 2018. 2008.
- EDWARDS, A.C.; WITHERS, P.J.A. Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, n. 350, p.144-153, 2008.
- FOSTER, S. S. D. & HIRATA, R. C. A . Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 78p, 1998

GRAHAM, S; SCHEMPP, A; TROELL, J. Regulating Nonpoint Source Water Pollution in a Federal Government: Four Case Studies. *International Journal of Water Resources Development*. Washington, DC, v.27, n.1, p. 53-69, 2011.

Ministério Do Meio Ambiente. Agência Nacional De Águas; Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis; Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. Análise ambiental prévia dos blocos propostos para a 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios da ANP. 103p GRUPO DE TRABALHO – PORTARIA MMA N° 449/2016.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2º ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

OKI, Taikan; KANAE, Shinjiro. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. *Science* v. 313, p. 1068 – 1072, agosto-setembro 2006.

PEDROTTI, Alceu; et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v. 19, n. 2, maio/agosto, p. 1308-1324. 2015.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Campo Grande-MS. Editora: UEMS. 2010. 194 p.

Empresa De Saneamento Do Estado Do Mato Grosso Do Sul –SANESUL/TAHAL. Estudos hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul: relatório final. Campo Grande. 736 p. Mapas V.I e II. 1998.

2010.Secretaria De Estado De Meio Ambiente, Do Planejamento, Da Ciência E Tecnologia. Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: Regiões de Planejamento. Campo Grande. 2015. 91p

Secretaria De Estado De Meio Ambiente, Do Planejamento, Da Ciência E Tecnologia. Documento Síntese: Plano de Desenvolvimento Regional - PDR-MS 2010-2030. Campo Grande-MS. 2009. 141 p.

Secretaria De Estado De Meio Ambiente, Do Planejamento, Da Ciência E Tecnologia. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2010. 195 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Caderno geoambiental das regiões de planejamento do MS. Campo Grande, 2011a. 383p

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Caderno geoambiental das regiões de planejamento do MS. Campo Grande, 2011b.137p.

Serviço Geológico Do Brasil. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS. Brasília, 2010. Disponível em:<www.siagasweb.cprm.gov.br/layout>.

SILVA *et al.* Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 64p. 2011.

SILVA, João; NEVES, Sandra; VENDRUSCULO, Laurimar. Caracterização ambiental da Unidade de Planejamento e Gestão do rio Amambaí. Revista GeoPantanal, N.16, 21-35, jan/jun. 2014.

SILVA PAZ Viet al. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, Campina Grande, Setembro/Dezembro 2000.

SILVA, R.B.G. Estudo hidroquímico e isotópico das águas subterrâneas do Aquífero Botucatu no estado de São Paulo. Tese de Doutorado. IG-USP. 133p. 1983.

THEODOROVICZ, Angela Maria de Godoy. *Geodiversidade do estado de Mato Grosso do Sul*. Organização Angela Maria de Godoy Theodorovicz [e] Antonio Theodorovicz. – São Paulo: CPRM. 179 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. 2010.

USEPA. A guide to the biosolids risk assessment for the EPA Part 503 rule. EPA 832-B-93-005. Office of Wastewater Manage, Washington, DC, 1995.